

પ્રશ્નોત્તર રૂપે આજ્ઞાપયોગી સરળ

સૃષ્ટિજ્ઞાન

અથવા

પદાર્થપાઠ.

(ધોરણ છઠ્ઠા માટે).

રચનાર,

નારણભાઈ વાઘજીભાઈ પટેલ,

તથા

આશાભાઈ નારણભાઈ પટેલ,

મુલ્યાવ.

છપાવી પ્રસિદ્ધ કરનાર,

મણિલાલ મૂળજીભાઈ ઉપાધ્યાય,

બુકસેલર—પેટલાદ.

કર્મીમત અઢી આના.

ગુજરાત વિદ્યાપીઠ ગ્રંથાલય

[ગુજરાતી કૉપીરાઈટ વિભાગ]

અનુક્રમાંક ૭૪૨૮ વર્ગીક

પુસ્તકનું નામ સૃષ્ટિશાસ્ત્ર

વિષય મૃત્યુદય : ૮૪૬ : ૩

પ્રશ્નોત્તર રૂપે બાળોપયોગી સરળ

સૃષ્ટિજ્ઞાન

અથવા

પદાર્થપાઠ.

(ધોરણ છઠ્ઠા માટે).

રચનાર,

નારણભાઈ વાઘજીભાઈ પટેલ,

તથા

આશાભાઈ નારણભાઈ પટેલ,

સુણાવ.

છપાવી પ્રસિદ્ધ કરનાર,

મણિલાલ મૂળજીભાઈ ઉપાધ્યાય,

બુકસેલર—પેટલાદ.

સર્વ હક સ્વાધીન રાખ્યા છે.

આવૃત્તિ ૩ જી.

પ્રત ૨૦૦૦.

સંવત ૧૯૭૪.

સને ૧૯૧૮.

અમદાવાદ-ખાડીઆમાં આવેલા શ્રી “ ભાગ્યોદય પ્રિન્ટીંગ
પ્રેસ ” માં જ્ઞાલાલ દેવશંકર દવેએ છાપ્યું.

ક્રીંમત અઢી આના.

પ્રસ્તાવના.



આ નાના પુસ્તકને પ્રસ્તાવનાની જરૂર નથી, છતાં રૂઢિ પ્રમાણે કહેવું જોઈએ, કે પાંચમા ધોરણ માટે તૈયાર કરેલા પુસ્તકની માફક આમાં પણ ધોરણને અનુસરતા સૃષ્ટિજ્ઞાનના પાઠો વિદ્યાર્થીઓ સમજી શકે તેવી યોગ્ય શૈલીમાં પ્રશ્નોત્તર રૂપે આપ્યા છે; વળી આ પુસ્તક તૈયાર કરવામાં અભ્યાસકોની યોગ્યતા ધ્યાનમાં રાખીને વાચન છટ્ટી ચોપડીમાં આવેલા સૃષ્ટિજ્ઞાનના પાઠો ઉપરાંત પદાર્થવિજ્ઞાન, રસાયનશાસ્ત્ર અને ખગોળશાસ્ત્ર જેવાં પુસ્તકોમાંની ઉપયોગી બાબતો સરળ શૈલીમાં યોજવા બનતો દરેક પ્રયત્ન કર્યો છે, તેથી આશા છે કે અભ્યાસકોને તેમજ અધ્યાપકોને તે ઉપયોગી થઈ પડશે. આ પુસ્તકમાં આપેલા પ્રશ્નો સૂચકપ્રશ્નપદ્ધતિના નથી, પરંતુ પરીક્ષક પ્રશ્નપદ્ધતિના છે, જેથી યોગ્ય પદ્ધતિસર પાઠો શીખવ્યા પછી પુનરાવર્તન કરાવી જ્ઞાન દૃઢ અને ચોકસ કરવા માટે આમાંના પ્રશ્નો અને તેના ઉત્તરો ઉપયોગી થઈ પડશે. તેમજ પરીક્ષામાં બિન બિન દૃષ્ટિબિંદુથી પૂછાતા સવાલો પણ આમાં કાળજીપૂર્વક સંગ્રહી હોવાથી અભ્યાસકોને ઉપકારક થઈ પડશે. છેવટ અભ્યાસકોને અને અધ્યાપકોને આ ગ્રંથનો સફળયોગ કરવાની સૂચન કરી લેખક વિરમે છે.

મુદ્રાવ.

તા. ૫ એપ્રિલ ૧૯૧૬.

}

કર્તા.



પ્રગટકર્તાના બે બોલ.

ફુંકે મુદતમાંજ આ પુસ્તકની પ્રથમાવૃત્તિ તથા બીજી આવૃત્તિની સધળી નકલો ખપી ગઈ અને ત્રીજી આવૃત્તિ કાઢવાનો પ્રસંગ ધાર્યા કરતાં વહેલો આવ્યો એજ એની ઉપયોગીતા બતાવી આપે છે.

શિક્ષકબંધુઓને એક બાબત અમે મગરૂખી સાથે કહીશું કે આવાંજ બીજાં સૃષ્ટિજ્ઞાનનાં પુસ્તકોનું અવલોકન કરનાર સુઘ વાચક-વર્ગે અમારા સૃષ્ટિજ્ઞાન માટે સારો અભિપ્રાય આપ્યો છે, અને શ્રીચુત 'કેળવણી' પત્રના વિદ્વાન તંત્રીએ પણ આ પુસ્તકમાંની પ્રત્નોત્તરપદ્ધતિ પસંદ કરી છે.

અમે પ્રથમાવૃત્તિ પ્રસંગે વાચકવર્ગ તરફથી સૂચના થવા માટે પ્રાર્થના કરેલી, તે ઉપરથી કેટલાક શિક્ષણબંધુઓએ સૂચવ્યા મુજબ 'પાઠવાર સાહિત્યો' અને 'પુરવણી' આ પુસ્તકમાં ઉમેરવામાં આવ્યા છે; આશા છે કે શિક્ષકોને તેમજ શિષ્યોને તે ઉપકારક નીવડશે.

પાઠવાર સાહિત્યો.

- ૧ ધન, પ્રવાહી, અને વાયુરૂપી પદાર્થો, કાચનો પ્યાલો, ખરફ, સ્પીરીટ લેમ્પ, મીણ, દીનની રકાબી વગેરે.
- ૨ કાચનો પ્યાલો, રંગ, ખાંડ, રબર, નેતર, એરપંપ, અને કાચની બાટલી, પારો વગેરે.
- ૩ દોરકું, ત્રાજવાં, રબરનો દડો, વગેરે.
- ૪ કાગળો નમુનો.

- ૫ કાચર અને પેયના નમુના, રૂઠ, કાટખુણીઆ કાતરી કાઢેલો ત્રિકોણાકાર કાગળ અને તેની ત્રાંસી બાજુ ઉપર ચોપડવા માટે સાદી, પેનસીલ, હમકલાસનું ચિત્ર, નરપેય અને માદા-પેય બતાવવામાં કક્ષાં અથવા સાંકળાં, વગેરે.
- ૬ ત્રાજવાં અને જોખમ માટે કાટલાં, કાચની નળી, ઝેરપંપ, સિક્કો અને પીછું.
- ૭ બંને છેડા જડાઈમાં અસમાન હોય તેવી એક સોટી, ચોપડી, ત્રાજવાં, જેના છેડા ઉપર કાણાં પાડેલાં હોય એવું અનિય-મિત આકારનું પતરું અને દોરી.
- ૮ ઘંટ અથવા કાંસાનું ઝાલર ને મોગરી, પાણી ભરેલું વાસણ, વાંસનાં બે ભુંગળાં અને દોરાની મદદથી બનાવેલું કૃત્રિમ ટેલિફોનચંત્ર.
- ૯ જુદા જુદા રંગના કાચ, અખરખ, ઘચર વગેરે.
- ૧૦ ધાતુનો ગોળો, દેવતા અને સગડી, પાણી ભરેલી કાચની જાર, અને સ્પીરીટ લેમ્પ, ધાતુના પતરાથી મઢેલો બાજડ.
- ૧૧ પાણી, ખરફ, કાચના પ્યાલા, સ્પીરીટલેમ્પ, ધી, મીણ, થર્મીમીટર.
- ૧૨ પાઠમાં બતાવેલા ચિત્ર પ્રમાણે જુદા જુદા સ્ટેન્ડ પર વચ્ચે કાણાં પાડેલાં ત્રણ પુંકાં, (અંધારી ઝોરડીમાં વિદ્યાર્થીઓને લઈ જઈ આ પાઠ શીખવવો.) દીવો.
- ૧૩ (આ પાઠ પણ અંધારી ઝોરડીમાં લઈ જઈ શીખવવો). આરસી, સીસાપેન, લીસું કઢાઈ દીધેલું લોઢાનું પતરું.
- ૧૪ ત્રિપાસો કાચ, પાણી ભરેલી રકાબી, અને પાવલી.
- ૧૫ કાચના સળીઆ (આ સળીઆ બે જાતના લેવા. ૧. તદ્દન

કાચનો, ૨. એક છેડે પીત્તળના હાથવાળો.) રેશમનું કપડું, લાખનું સળીઓ, બિનનું કપડું, કાગળના કકડા, બરનો ગર, સોનાના વરખ, પીછું, રેશમનો દોરો અને તેને બાંધવા માટે સ્ટેન્ડ.

૧૬ હોકાયંત્ર, લોહચુંબક, સોયો, બૂચ, પાણી ભરેલી રકાબી, કુંચી અથવા લોહની કાંઈ વસ્તુ અને થાળી.

૧૭ લોહનો વહેર, પાણી ભરેલી રકાબી, સીસો, મલમલની કાચળી, કાચું સુતર, ફેસફરસ, અને નીચેથી ખુદલા તથા ઉપરથી બૂચવાળી કાચની બરણી, પીત્તળના તારથી બાંધેલી મીણુમત્તી, ચુનાનું નીતરું પાણી, કાચની ભૂંગળી અને ફૂટપટ્ટી.

૧૮ પોટેશ્યમ ક્લોરેટ, મેગ્નેઝ ડાયોકસાઇડ, તાંબાનું ઝારી જેવું વાસણ, દેવતા સાથે સગડી, પાણી ભરેલું વાસણ, અને ખાલી બાટલીઓ.

૧૯ હાડપીંજરનો મોટો નકશો અને નમુનો.

૨૦ કાળો કાચ ગોડવેલું દૂરબીન.

૨૧ દૂરબીન અને ચંદ્રની કળાઓ બતાવનારો મોટો નકશો.

૨૨ ગ્રહમાળા.

સૂચના—પ્રકાશને લગતા ૧૨, ૧૩ અને ૧૪ એ પાઠોના પ્રયોગ અંધારી ઓરડીમાં કરવા તથા તેનાં ચિત્રો તરફ ખાસ ધ્યાન ખેંચવું. પ્રકાશના ગુણધર્મ ઠસાવવા માટે ચિત્રો અવશ્ય દોરાવવાં. ખગોળના પાઠ શીખવતાં રાત્રિના સમયે આકાશનું અવલોકન કરાવવું. જ્યાં પ્રયોગનાં સાહિત્યો ન મળે ત્યાં શિક્ષકે જોઈ ઉપર મોટી આકૃતિ કાઢી સમજાવવું.

અનુક્રમણિકા.

વિષય.

પૃષ્ઠ.

૧.	દ્રવ્ય કે પદાર્થ અને તેનાં ત્રણ રૂપ.	...	...	૭
૨.	પદાર્થના ગુણ.	...	...	૯
૩.	બળ અને બળોનું સમતોલપણ.	...	...	૧૨
૪.	ઢાળ.	...	...	૧૪
૫.	ફાયર ને પેચ.	...	...	૧૬
૬.	ગુરુત્વાકર્ષણ.	...	...	૨૦
૭.	ગુરુત્વમધ્યબિંદુ.	...	...	૨૪
૮.	અવાજ.	...	...	૨૬
૯.	ગરમી કે ઉષ્ણતાની ઉત્પત્તિ.	...	...	૨૮
૧૦.	ગરમીની ગતિ.	...	...	૩૧
૧૧.	છુપી કે ગુપ્ત ગરમી.	...	...	૩૪
૧૨.	પ્રકાશ અને તેનો ફેલાવો.	...	...	૩૭
૧૩.	પ્રકાશનું પરાવર્તન.	...	...	૪૦
૧૪.	પ્રકાશનું વક્રીભવન.	...	...	૪૨
૧૫.	વિદ્યુત.	...	...	૪૪
૧૬.	વીજળી.	...	...	૪૮
૧૭.	લોહચુંબક અને લોકાયંત્ર.	...	...	૫૧
૧૮.	હવાના ઘટના.	...	...	૫૪
૧૯.	હવામાંના વાયુના ગુણ.	...	...	૫૮
૨૦.	કાળજી, બરોળ અને મૂત્રપિંડ.	...	...	૬૩
૨૧.	સૂર્ય.	...	...	૬૭
૨૨.	ચંદ્ર.	...	...	૭૧
૨૩.	અંદરના ગ્રહો-બુધ અને શુક્ર.	...	...	૭૪
૨૪.	પુરવણી.	...	...	૭૮

પ્રશ્નોત્તરરૂપે બાળોપયોગી સૃષ્ટિજ્ઞાન.

૧. દ્રવ્ય કે પદાર્થ અને તેનાં ત્રણ રૂપ.

પ્ર૦ દ્રવ્ય એટલે શું ?

ઉ૦ જેને વાસ્તવિક રૂપ હોય છે અથવા જે જગ્યા રોકે છે તેને દ્રવ્ય કહે છે.

પ્ર૦ જેને રૂપ હોતું નથી અથવા અવકાશ રોકે નહિ તેને શું કહે છે ?

ઉ૦ તેને ઉપાધિ કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ ઉપાધિના દાખલા આપો.

ઉ૦ ગરમી, ટાંઠ, વિદ્યુત, અજવાળુ, દુઃખ, વખત, અવાજ, વગેરે; ટુંકામાં કોઈ વસ્તુમાં જેના આવવાથી અથવા જવાથી વજનમાં વધઘટ થતી નથી, પરંતુ તેમાં કંઈક વિકાર માત્ર થાય છે તેને ઉપાધિ કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ દ્રવ્ય કે પદાર્થના દાખલા આપો.

ઉ૦ ચોપડી, મેજ, સ્લેટ, પાણી, મધ, વરાળ, વાયુ, કોલમ્યાસ-વગેરે.

પ્ર૦ દ્રવ્યના કયા કયા વર્ગ છે ?

ઉ૦ ધન, પ્રવાહી અને વાયુ એવા ત્રણ વર્ગ છે.

પ્ર૦ એ વર્ગ જ્ઞાને લીધે પાડેલા છે ?

ઉ૦ વસ્તુના રૂપને આધારે.

પ્ર૦ ધન પદાર્થનાં લક્ષણ કહો.

ઉં ધન પદાર્થો પોતાનું કદ રહેવા માટે જોઈતી જગા) અને આકાર સાચવી રાખે છે.

પ્ર૦ પ્રવાહી પદાર્થનાં લક્ષણ કહો.

ઉં પ્રવાહી પદાર્થો પોતાનું કદ જાળવી રાખે છે, પરંતુ પાત્ર પ્રમાણે આકાર ધારણ કરે છે.

પ્ર૦ વાયુરૂપ પદાર્થનાં લક્ષણ કહો.

ઉં વાયુરૂપ પદાર્થો પોતાનું કદ કે આકાર હોતાં નથી. કેમકે તે પાત્ર પ્રમાણે આકાર ધારણ કરે છે તથા ફેલાઈ જવાના ગુણને લીધે થોડો વાયુરૂપી પદાર્થ મોટું કદ પણ ધારણ કરે છે.

પ્ર૦ દ્રવ્યોનાં ત્રણે રૂપોમાં ફેરફાર પાડવાનું કારણ શું ?

ઉં સંબંધાકર્ષણને લીધે ધન પદાર્થની રજકણો સજ્જડ વજગી રહે છે; પણ પ્રવાહી પદાર્થોમાં સંબંધાકર્ષણ અને પ્રતિસારક બળ સમાન હોવાથી રજકણો સજ્જડ વજગી રહેતી નથી, તેમજ અવકાશ સંબંધાકર્ષણ બીલકુલ હેતું નથી, પણ પ્રતિસારક બળ હોવાને લીધે તેની રજકણો ફેલાઈ જઈને પદાર્થનું કદ વધારે છે.

પ્ર૦ કદ ઉપાધિને લીધે પદાર્થોમાં રૂપાંતર થાય છે તે સમજાવો.

ઉં ગરમીને લીધે પદાર્થની સ્થિતિમાં ફેરફાર થાય છે. ધન પદાર્થને ગરમી લાગવાથી તેનાં રજકણોમાં રહેલું સંબંધાકર્ષણ બળ ઘટી જાય છે, અને તેમ થવાથી તે પ્રવાહીરૂપ ધારણ કરે છે. એ સ્થિતિમાં આવ્યા પછી વિશેષ ગરમી આપવાથી સંબંધાકર્ષણ બળ નાશ પામી પ્રતિસારક બળ વધતું જાય છે તેથી તે વાયુરૂપ સ્થિતિ કરે છે. અરજ ધન પદાર્થ છે, તેને ગરમી આપવાથી પ્રવાહીરૂપ

થમ જાય છે અને વધારે ગરમી આપવાથી તે પાણીની વરાળ થઈ જાય છે.

પ્ર૦ સહેલાઈથી ત્રણે રૂપમાં આવે તેવા પદાર્થ ગણાવો.

ઉ૦ ધી, પાણી, મીણ, ગંધક, લાખ, ડામર વગેરે.

પ્ર૦ એવા કયા પદાર્થો છે કે જેનાં ત્રણે રૂપો યત્નાં આપણે જોઈ શકતા નથી.

ઉ૦ કાગળ, ધાસ, કપડું, લાકડું વગેરે.

૨. પદાર્થના ગુણ.

પ્ર૦ પદાર્થમાં રહેલા ગુણના કયા બે વર્ગ પાડેલા છે ?

ઉ૦ વિશેષ ગુણ અને સામાન્ય ગુણ.

પ્ર૦ વિશેષ ગુણ કોને કહેવાય ?

ઉ૦ જે ગુણ અમુક અમુક પદાર્થોમાંજ જોવામાં આવે છે તે વિશેષ ગુણ. જેમકે કડવાટનો ગુણ અરીણ, કવીનામ્બન, લીમડાનાં પાન વગેરેમાં હોય છે; અને પારદર્શકપણું એ ગુણ કાચ, પાણી, હવા વગેરેમાં હોય છે. તેજ પ્રમાણે તીખાશ, ખારાટ, ખરબચડા-પણું વગેરે વિશેષ ગુણો છે.

પ્ર૦ સામાન્ય ગુણ કોને કહેવાય ?

ઉ૦ જે ગુણ દુનીઆના સઘળા પદાર્થોને એક સરખી રીતે લાગુ પડે છે તેને સામાન્ય ગુણ કહે છે.

પ્ર૦ પદાર્થમાં રહેલા સામાન્ય ગુણો ગણાવો.

ઉ૦ (૧) જગા રોકવાનો, (૨) વિભાજ્યપ્રણુ, (૩) હિદ્રાગુપણું,

(૪) સ્થિતિસ્થાપકતા, (૫) ભાર કે વજન, (૬) જડત્વ અને (૭) અવિનાશીપણું.

પ્ર૦ પદાર્થ અવકાશ રોકે છે તે સમજવો.

ઉ૦ એક ચોપડીએ જે જગા રોકી હોય છે તે જગા એકજ વખતે બીજી ચોપડી અથવા બીજી વસ્તુ રોકી શકે નહિ.

પ્ર૦ પદાર્થમાં વિભાજ્યપણાનો ગુણ છે તે સમજવો.

ઉ૦ પદાર્થના કાપીને, કચરીને કે એવીજ કોઈપણ ક્રિયા વડે નાના ભાગ કરી શકીએ છીએ, એ નાના ભાગને પદાર્થની રજકણો કહે છે. એ રજકણો અસંખ્ય આણુની બનેલી હોય છે, વળી એ આણુઓના પણ યાંત્રિક સાધનો વડે બહુ સૂક્ષ્મ વિભાગો કરી શકાય છે. એ છેવટના વિભાગને પરમાણુ કહે છે. હાલના વિદ્વાનોના મત પ્રમાણે પરમાણુઓના પણ વિભાગ થઈ શકે છે તેને ઇલેક્ટ્રોન કહે છે.

પ્ર૦ છિદ્રાણુપણાનો ગુણ સમજવો.

ઉ૦ રજકણો એક બીજા સાથે સંબંધાકર્ષણ બળ વડે જોડાય છે. તે વખતે તેમની વચ્ચે પદાર્થના સ્વરૂપ પ્રમાણે થોડો ધણો અવકાશ રહી જાય છે. એ અવકાશ એજ છિદ્રો છે. વાદળા, ખનિજ, કાલસો, વગેરે પદાર્થોમાં રહેલા છિદ્રો નરી આંખે જોઈ શકાય છે. પરંતુ સોનું, રૂપું વગેરે ધાતુઓમાં રહેલાં છિદ્રો જોઈ શકાતાં નથી. તથાપિ તેઓમાંથી યાંત્રિક સાધનો વડે પ્રવાહીઓ અને વાયુરૂપી પદાર્થો બહાર કાઢી શકાય છે. તેથી તે છિદ્રાણુ સાબીત થાય છે. વળી પાણી વગેરે પ્રવાહીઓમાં ખાંડ વગેરે બીજા પદાર્થો ઓગળવા છતાં તે પ્રવાહીઓનું કદ વધતું નથી, કારણકે તેમાં રહેલાં છિદ્રોમાં ખાંડ વગેરેની રજકણો દાખલ થઈ જાય છે.

૩૦ પદાર્થમાં રહેલો સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણ સમજાવો.

ઉ૦ જે ગુણ વડે પદાર્થો દાખ્યા પછી, અમળાયા પછી અથવા ખેંચ્યા પછી રૂપાંતર કરનારૂં બળ જતું રહેવાથી પોતાના મૂળ રૂપમાં અથવા કદમાં પાછા આવી શકે છે. તેને સ્થિતિસ્થાપકતા કહે છે. નેતર, નાદળી, ધડીઆળની કમાન, રબર વગેરેમાં રહેલો સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણ નજરે નોંધ શકીએ છીએ; પરંતુ એ ગુણ દરેક પદાર્થમાં રહેલો છે, તે પ્રયોગદ્વારા સાબીત થઈ શકે છે. ઉદા૦ તદ્દન સપાટ આરસના પૃષ્ઠ ઉપર તેલ ચોપડી તેના ઉપર હાથીદાંતનો સફાઈદાર ગોળો નેસથી પછાડવામાં આવે, અને ગોળો ઉછળ્યા પછી તરતજ તેને પકડી લઈ તપાસીએ તો ગોળો સંપૂર્ણ ગોળ માલમ પડશે પણ ગોળાના પૃષ્ઠ ઉપર ઘણા ભાગમાં તેલ ચોટિલું માલમ પડશે. જે ગોળામાં સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણ ન હોત તો એકજ બિંદુને તેલ લાગત.

૩૦ દરેક પદાર્થમાં ભાર છે તે સમજાવો.

ઉ૦ પૃથ્વી દરેક વસ્તુને રજકણના પ્રમાણમાં પોતાના તરફ ખેંચે છે તે ખેંચાણને લીધે દરેક પદાર્થમાં ભાર જેવામાં આવે છે.

૩૦ જડત્વ ગુણ સમજાવો.

ઉ૦ સ્થિર પદાર્થ પોતાની મેજેગતિમાં આવી શકતો નથી, તેમજ ગતિમાન પદાર્થ પોતાની મેજે સ્થિર થઈ શકતો નથી એ ગુણને પદાર્થનો જડત્વ ગુણ કહે છે. ગતિવાળો પદાર્થ પોતાની મેજે સ્થિર થતો આપણે નોંધીએ છીએ, પરંતુ વાસ્તવિક, રીતે તેને બહારની ગુરુત્વાકર્ષણ, વાતાવરણ, જમીનના પૃષ્ઠનું ખરબચડાપણું વગેરે ઉપાધિઓ નડે છે. તેથીજ પદાર્થ સ્થિર થઈ જાય છે.

૩૦ પદાર્થનો અવિનાશીપણાનો ગુણ સમજવો.

ઉ૦ નાસતો વિઘટે માલો નામાલો વિઘટે સતઃ એટલે કોઈ પદાર્થે ઉત્પન્ન કરી શકાતો નથી, તેમજ તેનો નાશ પણ કરી શકાતો નથી એ કુદરતનો નિયમ છે; પદાર્થને નાશ પામતો આપણું જોઈએ છીએ તે તેનો વાસ્તવિક રીતે નાશ નથી, પરંતુ તેનું રૂપાંતર માત્ર છે. પાણીમાં મીઠું નાખવાથી ઓગળી જઈ અદૃશ્ય થાય છે. પણ પછી તેજ પાણીને તપાવી વરાળ રૂપે ઉડાવી દેવાથી ઓગળેલું મીઠું પાછું મેળવી શકાય છે. તેમજ હરકોઈ વસ્તુ બળી જવાથી, કોઈ જવાથી કે હરકોઈ રીતે નાશ પામતી જોઈએ છીએ, પણ ખરું જોતાં તે નાશ ન પામતાં તેનાં દ્રવ્યો અદૃશ્ય સ્વરૂપમાં આવી હવામાં બળી જાય છે.

૩. બળ અને બળોનું સમતોલપણું.

૩૦ બળ એટલે શું ?

ઉ૦ જે ઉપાધિ વડે સ્થિર પદાર્થ ગતિમાં આવે છે, અથવા ગતિવાળા પદાર્થ સ્થિર થાય છે, તે ઉપાધિને બળ કહે છે.

૩૦ સ્થિર પદાર્થ કોને કહેવાય ?

ઉ૦ જે પદાર્થ આસપાસની વસ્તુઓના સંબંધમાં પોતાનું સ્થળ બદલતા નથી તેને.

૩૦ ગતિવાળા પદાર્થ કોને કહેવાય ?

ઉ૦ જે પદાર્થ આસપાસની વસ્તુઓના સંબંધમાં પોતાનું સ્થળ બદલે છે તેને.

૩૦ સ્થિર પદાર્થો પણ વાસ્તવિક રીતે જોતાં ગતિમાન છે એમ જાણી કહેવાય છે ?

ઉં પૃથ્વી ઘણી ઝડપથી સૂર્યની આસપાસ ફરે છે, તેથી તેના સંબંધમાં રહેલા તમામ પદાર્થો પણ સૂર્યની આસપાસ ફરે છે.

પ્ર૦ ગતિવાળા પદાર્થોને અટકાવનાર કંઈ ઉપાધિઓ છે ?

ઉં પૃથ્વીનું ખેંચાણ, જમીનની સપાટીનું ખરબચડાપણું અને વાતાવરણ.

પ્ર૦ પૃથ્વીનું ખેંચાણ ગતિવાળા પદાર્થોમાં કેવારીતે વિકાર કરે છે ?

ઉં હરકોઈ પદાર્થોને ઉંચે ફેંકીએ છીએ ત્યારે પૃથ્વીના ખેંચાણને તથા વાતાવરણના અટકાવને તોડીને આપણા બળની અસરને લીધે તે પદાર્થ ઉંચે જાય છે, પરંતુ જેમ જેમ ઉંચે જાય છે તેમ તેમ આપેલી ગતિ ઓછી થઈ છેવટે અટકાવની ઉપાધિ તથા બળ સમતોલપણામાં આવે તે વખતે પદાર્થ સ્થિર થઈ જાય છે, પછી ઉપાધિઓનું બળ વધવાથી પદાર્થ નીચે આવતો જાય છે.

પ્ર૦ બળ વાપર્યા છતાં તેની અસર ક્યારે માલમ પડતી નથી ?

ઉં પ્રતિરોધ એટલે અટકાવ વધારે હોય ત્યારે, અને સામસામી દિશામાં સરખાં બળ લાગ્યાં હોય ત્યારે.

પ્ર૦ બળ વાપર્યા છતાં તેની અસર માલમ પડતી ન હોય તે દાખલો આપી સમજાવો.

ઉં ગાડીના એન્જિનને આપણે સાધારણ બળથી અટકાવી શકતા નથી તેથી બળ કરવા છતાં તેની અસર માલમ પડતી નથી; કારણકે આપણા બળ કરતાં દિવાલમાં પોતાની સ્થિતિમાં ટકી રહેવાનું બળ વધારે હોવાથી અસર જણાતી નથી.

પ્ર૦ બળોનું સમતોલપણું એટલે શું ?

ઉં જુદી જુદી દિશામાં લાગેલાં બળતી અસર જણાય નહિ, અને પદાર્થ સ્થિર રહે તેને બળોનું સમતોલપણું કહે છે.

પ્ર૦ સામસામી દિશામાં લગાડેલાં સમાન બળ પદાર્થ ઉપર કંઈ પણ અસર કરી શકતાં નથી તે દાખલા આપો સમજવો.

ઉં દોરડું ખેંચવાની રમતમાં જો બંને બાજુએ સરખા બળવાળા છોકરા હોય તો દોરડું સ્થિર રહી બળોની કંઈ પણ અસર માલમ પડતી નથી; પણ જો એક બાજુનું બળ કમી હોય તો વધારે બળ તરફ દોરડું ખેંચાઈ જાય છે.

૪. ઢાળ.

પ્ર૦ ઢાળ કોને કહે છે ?

ઉં ત્રાંસા ચઢાવને ઢાળ કહે છે.

પ્ર૦ બ્યવહારમાં ઢાળનો ઉપયોગ ક્યાં થતો જોવામાં આવે છે ?

ઉં સીડીઓ, દાદર, અથવા ટેકરા કે ડુંગર ઉપર ચઢવાના ત્રાંસા રસ્તા એ ઢાળ કે ઢાળનાં રૂપાંતર છે.

પ્ર૦ સાદાં યંત્રના ક્યા ક્યા પ્રકાર છે ?

ઉં ઢાળ કે ચઢાવ, ફાયર અને પેચ એવા ત્રણ પ્રકાર છે.

પ્ર૦ ઢાળની રચના સમજવો.

ઉં એક લીસી ચપટી સપાટી હોઈ આડી સપાટી જોડે વાંક કરી અમુક ખુણો કરે છે તેથી ઢાળ બને છે. ઢાળમાં લીસી સપાટીને લંબાઈ, આડી સપાટીને પાયો કહે છે. એ જો સપાટીની વચ્ચેના ખૂણા સામેની બાજુ તે ઢાળની ઉંચાઈ છે.

પ્ર૦ ઢાળથી થતો નફો નુકસાન સમજવો.

ઉં સીધા ચઢાવ ઉપર ભારે વજન ચઢાવવું મુશ્કેલ પડે છે, પરંતુ ઢાળની મદદથી સહેલાઈથી અને થોડે બળે ચઢાવી શકાય છે. જેમ જેમ પાયા અને ઢાળની વચ્ચેના ખૂણા નાનો તેમ યાંત્રિક લાભ વધારે થાય છે, અને ખૂણા મોટા તેમ યાંત્રિક લાભ ઓછો મળે છે.

પ્ર૦ ઢાળ ઉપર બળ કય રીતે લગાડાય છે ?

ઉં ઢાળને સમાન્તર અને પાયાને સમાન્તર.

પ્ર૦ એ બે રીતોમાંની કય રીત નુકસાનકારક છે, અને તે શી રીતે તે સમજાવો.

ઉં જ્યારે ઢાળ ઉપર ચઢાવવાનું વજન પાછળથી હડસેલવામાં આવે છે ત્યારે, એટલે બળ પાયાને સમાન્તર લગાડીએ છીએ ત્યારે કેટલુંક બળ નકામું જાય છે. આથી નુકસાન થાય છે; આપણે પીપ વગેરે ઢાળ ઉપર ચઢાવીએ છીએ ત્યારે કેટલુંક બળ નકામું જાય છે; પરંતુ ચઢાવવાનું વજન આગળથી ખેંચવામાં આવે છે એટલે ઢાળને સમાન્તર બળ લાગે છે ત્યારે બળ નકામું જતું નથી. ઘોડા કે બળદ ગાડી ખેંચે છે તેવારે એમ બને છે.

પ્ર૦ વાસ્તવિક રીતે યાંત્રિક શક્તિમાં નફો નુકસાન થતું નથી આ નિયમ ઢાળને લાગુ પાડી બતાવો.

ઉં ઢાળ ઉપર થોડે બળે ભારે વજન ચઢાવી શકાય છે, પરંતુ વધારે અંતરમાં કામ કરવું પડે છે. આથી બળમાં જેટલો લાભ થાય છે તેટલો અંતરમાં ટોટો થાય છે.

પ્ર૦ “ અંતરમાં જેટલો ટોટો થાય છે તેટલો બળમાં લાભ મળે છે. ” એ નિયમ દાખલા આપી સમજાવો.

દા. ૧. ઢાળની લંબાઈ ૪૦ ફૂટ હોય અને ૧૦ શેર વજન ૪ ફૂટ ઉંચું ચઢાવવાનું હોય તો કેટલી શક્તિ વાપરવી જોઈએ ?

ઉં ઢાળની લંબાઈના દશમા ભાગ જેટલી ઉંચાઈ હોવાથી ઉચ્ચકવાના વજનના દશમા ભાગ જેટલી શક્તિ વાપરવી પડશે એટલે ૧૦ શેર વજન સમતોલ રાખવા માટે ૧ શેર શક્તિ બસ થશે.

દા. ૨. ઢાળની લંબાઈ ૨૦ ફૂટ, ઉંચાઈ ૫ ફૂટ હોય તો ૩ શેર બળ કેટલું વજન સમતોલ રાખશે.

ઉં ઉંચાઈ કરતાં ઢાળની લંબાઈ ચાર ગણી છે માટે શક્તિ કરતાં ૪ ગણું વજન સમતોલ રહેશે. એટલે ૩ શેર શક્તિથી ૧૨ શેર વજન સમતોલ રહેશે.

દા. ૩. ઢાળની મદદથી ૪ ફૂટની ઉંચાઈએ ૫ શેર શક્તિ વડે ૨૫ શેર વજન ચઢાવવું હોય તો ઢાળની લંબાઈ કેટલી હશે ?

ઉં આમાં શક્તિ અને વજન વચ્ચે $૫=૨૫$ એટલે $૧=૫$ પ્રમાણ છે. માટે ઉંચાઈ સાથે ઢાળની લંબાઈનું પ્રમાણ પણ $૧=૫$ હોવાનું તેથી ૪ ફૂટની ઉંચાઈ માટે ઢાળની લંબાઈ ૨૦ ફૂટ હોવી જોઈએ.

પ્ર૦ ઉપરના દાખલાઓ ઉપરથી નીકળતો સામાન્ય નિયમ લખો.

ઉં નિયમ:—ઉંચાઈ \times વજન=શક્તિ \times ઢાળની લંબાઈ.

ટીપ—બળ જ્યારે પાયાને સમાન્તર લાગે છે તે વખતે નિચેના નિયમ લાગુ પડે છે.

પાથો \times બળ=ઉંચાઈ \times વજન.

૫. ફાયર અને પેચ.

પ્ર૦ ફાયરની રચના સમજાવો.

ઉં લંબ એક સીધી લીટીમાં આવે અને પાયા મળી બીજી એવી

સ્થિતિમાં બે ઢાળ બેડવાથી ફાયર બને છે. આથી ફાયરમાં તિર-
કસ ઉંચાઇ એ ઢાળની લંબાઇ છે. ફાયરના મથાળાનું અર્ધ તે
લંબ છે, અને ઉંચાઇની લંબાઇ તે પાંચો છે.

પ્ર૦ ફાયરની યાંત્રિક શક્તિનો વ્યવહારમાં ઉપયોગ થતો ક્યાં
બેવામાં આવે છે ?

ઉ૦ છીણા, કોદાળા, કુહાડા, ફરસીઓ, ચપ્પુ વગેરે તમામ ધાર-
વાળાં ઓળરો ફાયરનાં રૂપ છે.

પ્ર૦ ઢાળ અને ફાયરના ઉપયોગમાં શો ફેર છે ?

ઉ૦ ઢાળ પોતે સ્થિર રહી વજન તેના ઉપર ખસે છે; પરંતુ
ફાયરમાં ફાયર બને ખસી જમીન સ્થિર રહે છે.

પ્ર૦ ફાયર ઉપર બળ કયે પ્રકારે લાગે છે ?

ઉ૦ ફાયરની તિરકસ લંબાઇને સમાન્તર ન લાગતાં બળ પાયાને
સમાન્તર લાગે છે.

પ્ર૦ ફાયર વડે યાંત્રિક લાભ કેવી રીતે મેળવી શકાય છે ?

ઉ૦ ફાયરમાં બળ પાયાને સમાન્તર લાગે છે તેથી કેટલુંક બળ
નકામું જાય છે, તોપણ યાંત્રિક લાભ તો મળે છે જ.

નિયમ—પાંચો \times શક્તિ = વજન \times મથાળાનું અર્ધ.

પ્ર૦ કેવી રચનાવાળી ફાયરથી વધારે લાભ મેળવાય છે ?

ઉ૦ ઢાળમાં પાયા સાથે ઉંચાઇનું પ્રમાણ વધવાથી લાભ વધારે
મળે છે તેથી આમાં પણ છીણીનું માથું જેમ સાંકડું અને પાંચો
લાંબો તેમ લાભ વધારે મળે છે.

પ્ર૦ ઢાળના રૂપાંતરથી કઇ કઇ યાંત્રિક શક્તિઓ બને છે ?

ઉ૦ ફાયર અને પેચ અથવા ફેર.

પ્ર૦ પેચની રચના સમજાવો.

ઉં કાગળનો કાટખુણ ત્રિકોણ કાપી કાઢી તેની ત્રાંસી બાજુ એટલે ઢાળને શાહી ચોપડી તેની ઉંચાઈ સીસાપેન સાથે રાખી આખો ત્રિકોણ સીસાપેન ઉપર બીંટાળાએ તો ઢાળનો કાળો દોરો વચ્ચે આંસે ગોળને ગોળ ચઢતાં મરોડી જેવો દેખાય છે એ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે સ્ક્રુના દોરા એ ઢાળની લંબાઈ, અને આંસવાળા ભાગની ઉંચાઈ તે ઢાળની ઉંચાઈ છે.

પ્ર૦ પેચનો વ્યવહારમાં થતો ઉપયોગ સમજાવો.

ઉં શેરડી પીલવાના કાલુમાં તેમજ પુસ્તકો છાપવાના અને બાંધવાના સંચાઓમાં પેચ વપરાય છે. ફની ગાંસડીઓ બાંધવામાં તથા ભારે વજન ઉચકવામાં પણ પેચનો ઉપયોગ થાય છે. પાટા ઉપરથી ઉતરી પડેલાં વરાળચત્રોને ઉચકીને પાટા ઉપર ચઢાવવાને તથા ખેડેલું ધર ઉચકીને સીધું કરવાને દુમકલાસ વપરાય છે તે પણ પેચજ છે. ચોકડું અથવા ખીજ કોઈ વસ્તુ સજ્જડ કરવાને વપરાતા સ્ક્રુ એ પેચ :છે.

પ્ર૦ પેચના પ્રકાર કહો.

ઉં નરપેચ અને માદાપેચ; કદ્દામાં ખીલી ધાલીએ છીએ તે નરપેચ, અને ખીલી રહેવાનું અંદર પસીઆઈ હોય છે તે માદાપેચ.

પ્ર૦ પેચ વડે વધારે લાભ શી રીતે મેળવાય ?

ઉં પેચમાં જેમ દોરાની સંખ્યા વધારે હોય, અને જે દોરા વચ્ચેનું અંતર ઓછું હોય તેમ પેચ વધારે લાભકારક છે.

પ્ર૦ પેચના દોરા કેટલી જાતના છે; અને તે કયા કયા ?

ઉં જે જાતના છે; ધારવાળા અને બુટ્ટા.

પ્ર૦ ધારવાળા દોરાના પેચ અને બુટ્ટા દોરાના પેચના વપરાશમાં શો ફેર છે ?

ઉં ધારવાળા દોરાના પેચને પસિઆરાની (માદા પેચ ખડી રાખવાની) જરૂર પડતી નથી, કેમકે તે પેચ પોતાની મેળે જગા કરી લે છે; પણ ખુદા દોરાવાળાં પેચને પસિઆરાની જરૂર પડે છે, કેમકે તે દોરા પોતાની મેળે જગા કરી લેતા નથી. ધારવાળા પેચ સારા ગણાય છે.

પ્ર૦ ઢાળ અને પેચના ઉપયોગનો મુકાબલો કરો.

ઉં ઢાળમાં જેમ પાયા સાથે ઉંચાઈનું પ્રમાણ વધારે હોય તેમ યાંત્રિક લાભ વધારે મેળવી શકાય છે. તેથી જે પાચો લાંબો હોય ઉંચાઈ ઓછી હોય તે વધારે ઉપયોગી થાય છે; તેજ પ્રમાણે પેચમાં પણ દોરાની સંખ્યા ઉંચાઈના પ્રમાણમાં વધારે હોય તેમ તે વધારે ઉપયોગી.

પ્ર૦ ઢાળ, ફાયર અને પેચમાં વજન કયે સ્થળે રહે છે ?

ઉં ઢાળ સ્થિર રહે છે અને તેની લંબાઈ ઉપર વજન ખસે છે; ફાયરમાં પદાર્થ સ્થિર રહે છે, અને ફાયર તેમાં પ્રવેશ કરી ગતિમાન થાય છે; અને પેચમાં વજન પેચના દોરા ઉપર (ઢાળની લંબાઈએ) રહી શકતું નથી, પણ પેચની ઉપર અથવા નીચે રહે છે.

પ્ર૦ પેચમાં બળ અને વજનનું પ્રમાણ બતાવનારો નિયમ કહો.

ઉં બળને આંટા વચ્ચેનાં અંતરોનો સરવાળો \times વજન = સ્ક્રૂની લંબાઈ \times બળ.

પ્ર૦ યાંત્રિક શક્તિઓ ગણાવો.

ઉં ઉચ્ચાલન, ગરગડી, રેંટ, ઢાળ, ફાયર અને પેચ.

પ્ર૦ એ સવ માં કય યાંત્રિક શક્તિ વિશેષ લાભકારક છે ?

ઉં ગરગડી. કેમકે છુટી ગરગડીઓ વાપરી વજન ઉંચે લેતાં દર એક છુટી ગરગડીથી વજન કરતાં અર્ધુ બળ વાપરવું પડે છે.

પ્ર૦ ઢાળ અને ફાયર એ બેમાંથી કય યાંત્રિક શક્તિ વડે લાભ વધારે મેળવાય ?

ઉ૦ ફાયર એ ઢાળનું રૂપાંતરણ છે; પરંતુ ઢાળ ઉપર બળ બે પ્રકારે લગાડાય છે (૧) ઢાળને સમાન્તર અને (૨) પાયાને સમાન્તર. આ બે રીતોમાંની બીજી રીતમાં કેટલુંક બળ નકામું જાય છે, તેથી પહેલી રીત લાભકારક છે. ઢાળમાં બળ પાયાને સમાન્તર લાગે છે તેથી તેમાં પણ કેટલુંક બળ નકામું જાય છે. માટે ઢાળમાં બે પાયાને સમાન્તર બળ લગાડવામાં આવે ત્યારે તો ઢાળ અને ફાયર વડે સરખોજ લાભ મેળવાય છે; પરંતુ ઢાળને સમાન્તર બળ લાગે ત્યારે ફાયર કરતાં ઢાળથી વધારે લાભ મેળવાય છે.

૬. ગુરુત્વાકર્ષણ.

પ્ર૦ ગુરુત્વાકર્ષણ એટલે શું ?

ઉ૦ જે બળ વડે પૃથ્વી દરેક વસ્તુને પોતાના તરફ ખેંચે છે એ બળને ગુરુત્વાકર્ષણ કહે છે.

પ્ર૦ ગુરુત્વાકર્ષણ કયા કયા પદાર્થોમાં હોય છે ?

ઉ૦ સર્વ પદાર્થોમાં રજકણના પ્રમાણમાં એક બીજાને ખેંચવાનું બળ છે. વધારે રજકણવાળો પદાર્થ ઓછા રજકણવાળા પદાર્થને પોતાના તરફ ખેંચે છે. પદાર્થ પૃથ્વીને ખેંચે છે, અને પૃથ્વી પદાર્થને ખેંચે છે; પરંતુ પદાર્થમાં ઘણીજ થોડી રજકણો હોય છે, તેથી તેના ખેંચાણની અસર નાશ પામે છે, અને પૃથ્વીનું ખેંચાણ વધી જવાથી પદાર્થ જમીન ઉપર પડે છે.

પ્ર૦ પદાર્થોમાં ભાર શાથી ઉત્પન્ન થાય છે ?

ઉં ગુરુત્વાકર્ષણને લીધે પદાર્થ પૃથ્વી ઉપર પડવાનું વલણ કરે છે, પરંતુ એને પડી જતો રોકવા માટે બળ વાપરવું પડે છે, તેથી પદાર્થમાં ભાર ઉત્પન્ન થાય છે.

પ્ર૦ ગુરુત્વાકર્ષણ બળ ન હોય તો શું પરિણામ આવે ?

ઉં એ બળ ન હોત તો કોઇ પણ વસ્તુમાં ભાર હોત નહિ, જેથી મનુષ્યો, પ્રાણીઓ, પથરા, ધરો, નદીઓ, સરોવર અને મહા-સાગરો એમાંનું કશું પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર રહી શકત નહિ. વળી પૃથ્વી પણ ગુરુત્વાકર્ષણને લીધેજ પોતાની સ્થિતિમાં રહી છે.

પ્ર૦ ગેલિલીઓ નામે વિદ્વાને ગુરુત્વાકર્ષણનો કયો નિયમ સિદ્ધ કર્યો છે ?

ઉં પદાર્થ હલકો હોય કે ભારે હોય તોપણ તેની દરેક રજકણ ઉપર પૃથ્વીનું આકર્ષણ સમાન થાય છે, જેથી વધારે રજકણવાળા પદાર્થને પૃથ્વી વધારે બળથી અને ઓછી રજકણવાળા પદાર્થને ઓછા બળથી ખેંચે છે. એ કારણથી બધા પદાર્થો એકજ વખતે સરખા અંતરમાં નીચે પડશે.

પ્ર૦ ગેલિલીઓએ એ નિયમ સાબીત કરવા કરેલો પ્રયોગ સમજવો.

ઉં એક દાયની નળીમાંથી હવા ખેંચી લઇ તેને મથાળેથી સિક્કો અને પીછું સાથે નીચે નાંખ્યાં, તો તે બેઉ વસ્તુ એકી વખતે નળીને તળીએ જઇ પડી.

પ્ર૦ હવાવાળી જગામાં પીછું અને સિક્કો સાથે નાખવાથી શું પરિણામ આવે છે તે સકારણ સમજવો.

ઉં પીછામાં રજકણો ઓછી હોઇ તેના ઉપર ઓછું આકર્ષણ થાય છે, અને સિક્કામાં રજકણો વધારે હોઇ તેના ઉપર આકર્ષણ

વધારે થાય છે. આથી બંને વસ્તુ ગેલિલીઓના નિયમ પ્રમાણે સાચું નીચે પડવી જોઈએ; પરંતુ પીછાનું કદ રજકણના પ્રમાણમાં સિક્કાથી મોટું હોય છે, તેથી હવાનો અંતરાય તેને વધારે નડે છે, આથી સિક્કો પહેલો પડે છે અને પીછું પછી પડે છે.

પ્ર૦ ગુરુવાકર્ષણનો સામાન્ય નિયમ શો છે ?

ઉ૦ પદાર્થની રજકણોના સમૂહના સમ પ્રમાણમાં અને અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં આકર્ષણ થાય છે. એટલે જેમ રજકણો વધારે તેમ આકર્ષણ વધારે, અને રજકણો ઓછી તેમ આકર્ષણ ઓછું; પણ જેમ અંતર ઓછું તેમ આકર્ષણ વધારે, અને અંતર વધારે તેમ આકર્ષણ ઓછું થાય છે. ઉદા૦ ૧૦૦૦૦ રજકણોવાળા પદાર્થ કરતાં ૨૦૦૦૦ રજકણોવાળા પદાર્થ ઉપર બમણું આકર્ષણ થાય છે; પરંતુ જે મૈલને અંતરે રહેલા પદાર્થ ઉપર નવમા ભાગનું આકર્ષણ થાય છે.

પ્ર૦ અંતરના કારણથી વસ્તુનું વજન ઘટે છે તે સમજાવો.

ઉ૦ પૃથ્વીની સપાટી ઉપર એક પદાર્થનું જેટલું વજન થાય તેના કરતાં પવંતને મથાળે જઈ તોળવાથી તેનું વજન ઘટે છે. એજ પ્રમાણે એથી ઉંચે જઈએ તો તેથી પણ વજન ઘટે. પૃથ્વી ઉપર જે પદાર્થનું વજન છ શેર થાય છે તેનુંજ ચંદ્ર ઉપર એક શેર થાય.

પ્ર૦ વિષુવવૃત્ત ઉપર તોળેલો પદાર્થ ધ્રુવ પ્રદેશમાં ચાંપના કાંટાથી તોળતાં વધારે થાય છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ પૃથ્વી વિષુવવૃત્ત આગળ કુલેલી હોઈ બંને ધ્રુવ આગળ ચપટી છે, તેથી ધ્રુવ પ્રદેશ પૃથ્વીના મધ્યખિંદુની પાસે હોવાથી આકર્ષણ વધારે થાય છે તેથીજ પદાર્થ વિષુવવૃત્ત કરતાં ત્યાં ભારે થાય છે. પૃથ્વીના પૂર્વ પશ્ચિમ વ્યાસ કરતાં ઉત્તરદક્ષિણ વ્યાસ ૨૬ મૈલ ઓછો છે.

પ્ર૦ પદાર્થનું વજન ઘટે તેજ પ્રમાણમાં તોળવાનાં કાટલાંનું વજન પણ ઘટે ત્યારે અંતરને લીધે થતી વજનની વધઘટ શી રીતે માપી શકાય ?

ઉ૦ કાટલાં વડે જોખવાથી વજનની વધઘટ સમજાતી નથી; પરંતુ ચાંપના કાંટા વડે જોખવાથીજ એ વધઘટ સમજાય છે.

પ્ર૦ દરેક પદાર્થપર પૃથ્વી આકર્ષણ કયે સ્થળેથી કરે છે ?

ઉ૦ મધ્યબિંદુએથી.

પ્ર૦ પીછાની અને ધાતુની અકેક રજકણ લઇ તેનું વજન સરખાવો.

ઉ૦ સર્વ પદાર્થની રજકણોને પૃથ્વી સરખા બળથીજ ખેંચે છે. માટે તેમનું વજન સમાન થાય છે.

પ્ર૦ ત્યારે કોઇ પદાર્થ ભારે અને ઓછ હલકો જોવામાં આવે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ રજકણો ગોઠવાઈને પદાર્થો બને છે. તે વખતે તેમાં કંઈક અંતર રહી જાય છે. (પદાર્થ માત્ર છિદ્રાણુ છે એ બાબત પૂર્વે આવી ગઇ છે.) એ અંતર જુદા જુદા પદાર્થોમાં જુદું જુદું હોય છે. તેથી રજકણો સમાન છતાં પણ કદ સમાન થતાં નથી, અને ભારે કે હલકાપણાનો મુકાબલો તો સમાન કદના પદાર્થોનેજ કરવામાં આવે છે, તેથી વજન ઓછુંવતું થાય છે.

પ્ર૦ હૈડ્રોજન અથવા કોલગ્યાસ એ પદાર્થ છે એટલે તેમાં વજન તો છેજ, તોપણ તે પૃથ્વી ઉપર ન પડતાં ઉંચે કેમ જાય છે ? (એના ઉપર આકર્ષણની અસર કેમ થતી નથી ?)

ઉ૦ હવા કરતાં એ વાયુઓ હલકા છે, તેથી હવા તેમને પોતાના ઉપર તારવી રાખે છે. જો હવા ન હોય તો એ વાયુઓ પૃથ્વીના આકર્ષણને લીધે સપાટી ઉપર રહી શકે. જેમ પાણી ઉપર બૂચ તરે છે, પરંતુ પાણી કાઢી લેવાથી નીચે ખેસે છે તેમ.

૭. ગુરુત્વમધ્યખિંદુ.

પ્ર૦ ગુરુત્વમધ્યખિંદુ એટલે શું ?

ઉ૦ જે ખિંદુએ ટેકા રાખ્યાથી પદાર્થ સમતોલ રહે તે ખિંદુને પદાર્થનું ગુરુત્વમધ્યખિંદુ કહેવાય.

પ્ર૦ ગુરુત્વ એટલે શું ?

ઉ૦ ભાર.

પ્ર૦ પદાર્થનું ગુરુત્વમધ્યખિંદુ શોધી કાઢવાની રીત કહો.

ઉ૦ પદાર્થને એક છેડેથી દોરી વડે લટકાવીએ તે છેડામાંથી પદાર્થ પર એક ઉભી લીટી દોરો, તેને ખીજે છેડેથી ટાંગી ખીજી ઉભી લીટી દોરો, ગુરુત્વમધ્યખિંદુ એ બંને લીટીઓમાં હોવું જોઈએ, અને જે ખિંદુએ તેઓ એકમેકને છેદે છે, તેજ તેમનું સામાન્યખિંદુ છે; માટે એ પદાર્થનું ગુરુત્વમધ્યખિંદુ 'છે' અથવા પદાર્થને જુદે જુદે સ્થળે આંગળી ઉપર સમતોલ રાખી જોતાં જે ખિંદુએ સમતોલ રહે તે પદાર્થનું ગુરુત્વમધ્યખિંદુ સમજવું.

પ્ર૦ ગુરુત્વરેષા કોને કહેવાય ?

ઉ૦ પદાર્થના મધ્યખિંદુમાંથી પૃથ્વી ઉપર જે લંબ લીટી દોરવામાં આવે તેને ગુરુત્વરેષા કહે છે.

પ્ર૦ પાયો કોને કહેવાય ?

ઉ૦ પદાર્થનો જેટલો ભાગ પૃથ્વીની સપાટીને અડકે તેને પાયો કહે છે. જેમ પાયો મોટો તેમ તેને પડવાની દૃઢશક્તિ ઓછી.

પ્ર૦ જુદા જુદા પદાર્થોમાં ગુરુત્વમધ્યખિંદુ ક્યાં હોય છે ?

ઉ૦ કેટલાક પદાર્થો તેના મધ્યખિંદુએ સમતોલ રહે છે માટે તેમાં પદાર્થનું મધ્યખિંદુ તેજ તેનું ગુરુત્વમધ્યખિંદુ, કેટલાક પદાર્થોમાં

તેના મધ્યખિંડુ સિવાય પૃષ્ઠમાં કોઈ પણ સ્થળે ગુરુત્વમધ્યખિંડુ હોય છે; અને કેટલાક પદાર્થોમાં પદાર્થના પૃષ્ઠની બહાર પણ ગુરુત્વમધ્યખિંડુ હોય છે.

પ્ર૦ તે દરેકના દાખલા આપો.

ઉ૦ ત્રાજવાની દાંડીમાં મધ્યખિંડુ એજ તેનું ગુરુત્વમધ્યખિંડુ છે; અનિયમિત આકારના પદાર્થમાં તેના પૃષ્ઠ ઉપર ગમે ત્યાં ગુરુત્વમધ્યખિંડુ હોય છે.

પ્ર૦ પદાર્થનું ગુરુત્વમધ્યખિંડુ જાણવાની જરૂર શી ?

ઉ૦ ગુરુત્વમધ્યખિંડુમાંથી જનારી ગુરુત્વરેષા તળીઆ કે પાયાની અંદર કે બહાર પડશે તે પ્રમાણે સપાટ પૃષ્ઠની ઉપર મૂકેલો પદાર્થ ઉભો રહેશે, અથવા પડી જશે.

પ્ર૦ ગુરુત્વ મધ્યખિંડુનો વ્યવહારમાં ક્યાં ક્યાં ઉપયોગ થાય છે ?

ઉ૦ મકાનની દિવાલો ચણતી વખતે ગુરુત્વમધ્યખિંડુ પાયાની બહાર ન જતાં અંદર રહે એટલા સાડ પાયા નીચેથી પહોળા રાખી આગળ જતાં દિવાલો સાંકડી ચણવામાં આવે છે, અને તે સાચવવા માટે કારીગરો ઝાળખાનો ઉપયોગ કરે છે, વળી દીવીનાં તળીઆં પહોળાં રાખે છે તેનો હેતુ પણ એજ છે. કુસ્તી કરનારા લોકો ગુરુત્વરેષા બે પગની અંદરજ રહે, અને ઝટ પડી ન જવાય તેટલા માટે પગ પહોળા રાખે છે. વળી ઢાળ ઉપર ચઢતી વખતે આપણે ગુરુત્વરેષાને રહેવાનો નિયમ સાચવવા સાડ આગળ નમીએ છીએ, તેમજ ઉતરતી વખતે સહેજ પાછળ નમીએ છીએ. જો એમ ન કરીએ તો આપણે ઝટ પડી જઈએ. એજ પ્રમાણે પીક પર બોજો લઈને ચાલતાં આગળ નમવું પડે છે, અને એક હાથમાં વજન લઈને ચાલતાં બાકી હાથ તરફ નમવું પડે છે.

૮ અવાજ.

પ્ર૦ અવાજ એટલે શું ?

ઉ૦ કોઇ પદાર્થોના અથડાવાથી, પ્રાણીઓના પોકારવાથી અથવા બીજી કોઇ પણ રીતે હવાને નડતર થઇ તેમાં મોજા ઉત્પન્ન થાય છે. એ મોજા કાનમાં રહેલા પડદા સાથે અથડાઇ જે ઇન્દ્રિયમોઘ થાય છે તેને અવાજ, ધ્વનિ કે નાદ કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ મોજા કેવી રીતે ગતિ કરે છે ?

ઉ૦ મોજા ઉત્પન્ન થાય છે તેમાં વાસ્તવિક રીતે હવા ગતિ કરતી નથી, પરંતુ પોતાને મજેલી ગાત પાસેથી હવાને આપી દઇ પોતે પોતાને સ્થળેજ રહે છે, અને એજ પ્રમાણે ધક્કો અથવા આંદોલન આગળ પહોંચે છે.

પ્ર૦ અવાજ ક્યારે સાંભળી શકાતો નથી ?

ઉ૦ વાતાવરણ સિવાયની ખાલી જગ્યામાં મોજા ઉત્પન્ન થતાં નથી તેથી અવાજ સાંભળી શકાતો નથી; અથવા વાતાવરણનાં મોજાને અંતરાય નડવાથી તે આગળ જઇ શકતાં નથી ત્યારે પણ અવાજ સંભળાતો નથી; અથવા કર્ણેન્દ્રિયમાં કોઇ તરેહની ખામી હોય છે ત્યારે અવાજ સંભળાતો નથી.

પ્ર૦ વાતાવરણમાં અવાજનાં મોજા શાથી ઉત્પન્ન થાય છે ?

ઉ૦ પદાર્થોના અથડાવાથી તેમની સર્વ રજકણો ધ્રુજતી ગતિમાં આવે છે, તેથી તેના સંબંધમાં રહેલું વાતાવરણ પણ ધ્રુજતી ગતિમાં આવી મોજા ઉત્પન્ન કરે છે. જેમકે નગારા ઉપર દાંડા મારીએ છીએ ત્યારે નગારાના ચામડાની રજકણો ધ્રુજતી ગતિમાં આવી તે ધ્રુજારો પાસેના વાતાવરણમાં મોજા ઉત્પન્ન કરે છે.

પ્ર૦ અવાજની ગતિ દર સેકન્ડે કેટલી હશે ?

ઉ૦ સાધારણ ઉષ્ણતામાને સરેરાશ ૧૧૦૦ ફૂટ. હવા જેમ ધાડી હોય તેમ તેનો વેગ વધારે હોય છે, અને હવા જેમ પાતળી હોય છે તેમ તેનો વેગ કમી થાય છે. હવા કરતાં પ્રવાહી પદાર્થો ધટ્ટ હોવાથી તેમાં ગતિ ૪ ગણી અને લાકડાંમાં ૧૦ થી ૧૬ ગણી હોય છે. ધાતુઓમાં અવાજ એથી પણ વધારે ગતિ કરે છે.

પ્ર૦ કર્ણેન્દ્રિય અવાજનાં મોજાં કેવી રીતે ગ્રહણ કરીને આપણને અવાજનું બાન કરાવે છે ?

ઉ૦ આપણો બહારનો કાન દેખાય છે તે અવાજનાં મોજાંને એકડાં કરી કાનના પોલાણમાં થઈ લાંબા નાજુક પડદા સુધી લઈ જાય છે. એ પડદાને મળેલો ધ્રુજરો ગુંચવણ ભરેલા માર્ગમાં ગતિ કરી બીજા પડદા સુધી પહોંચે છે અને તે પડદો અંદરના કાન સુધી ગએલો હોય છે. અંદરના કાનમાં પ્રવાહી પદાર્થ રહેલો હોય છે, અને તેનો ત્રીજા પડદા સાથે સંપર્ક હોય છે. એ પડદા આગળ યુમારે ૩૦૦૦ સૂક્ષ્મ જ્ઞાનતંતુઓ હોય છે. તે તંતુઓને મળેલો ધ્રુજરો ડેડ મગજ સુધી પહોંચે છે. એથી આપણને અવાજનું બાન થાય છે.

પ્ર૦ કેટલાક અવાજ આપણને પ્રિય લાગે છે; અને કેટલાક અપ્રિય લાગે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ વાતાવરણમાં અવાજનાં નિયમિત આંદોલન યવાથી સુસ્વર ઉત્પન્ન થાય છે તે પ્રિય લાગે છે, અને એકાએક નબળો આઘાત લાગવાથી અથવા અનિયમિત આંદોલન યવાથી ઉત્પન્ન થતો ઘોર અપ્રિય લાગે છે.

૯. ગરમી કે ઉષ્ણતાની ઉત્પત્તિ.

પ્ર૦ ગરમી એટલે શું ?

ઉ૦ પદાર્થની રજકણો અતિશય ધ્રુજતી ગતિમાં આવે છે, ત્યારે તેમાં જે શક્તિ ઉત્પન્ન થાય છે તેને ગરમી કહે છે. એ પદાર્થ નથી પણ ઉપાધિ કે ગુણ છે.

પ્ર૦ ગરમી ક્યાંથી આવે છે ?

ઉ૦ ગરમીનું મોટું મૂળ સુરજ છે. એ સિવાય દીવો, દેવતા વગેરે સઘળા સળગતા અને સ્વપ્રકાશક પદાર્થમાંથી તથા પદાર્થો એક બીજા સાથે અશાળવાથી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે.

પ્ર૦ ગરમીનાં કાર્ય કહો.

ઉ૦ ગરમી (૧) પદાર્થોને ધ્રુજાવે છે અને (૨) પદાર્થોનાં રૂપ બદલે છે.

પ્ર૦ ગરમીને લીધે પદાર્થમાં રૂપાંતર કેમ થાય છે ?

ઉ૦ ગરમીને લીધે પદાર્થની રજકણો વચ્ચેનું અંતર વધવાથી ઘન પદાર્થ પ્રવાહી રૂપમાં આવે છે, અને પ્રવાહી પદાર્થ વાયુરૂપ સ્થિતિ ધારણ કરે છે. એથી ઉલટું વાયુરૂપ પદાર્થોમાંથી ગરમી નીકળી જતાં પ્રતિસારક બળ કમી થઇ તેમાં સંબંધાકર્ષણ બળ આવતું જાય છે તેથી તે પ્રથમ પ્રવાહીરૂપ ધારણ કરે છે, અને એ પ્રમાણે પ્રવાહીરૂપ બનેલા પદાર્થમાંની ગરમી દૂર થતાં ઘનરૂપ સ્થિતિ ધારણ કરે છે.

પ્ર૦ ગરમીને એક સ્થાનેથી બીજે સ્થાને લઇ જનાર વસ્તુ કયું ?

ઉ૦ ઈંધર નામનો અતિશય પાતળો, પ્રવાહી, પારદર્શક અને

સ્થિતિસ્થાપક પદાર્થ છે. તેાં ગરમીનાં મોળાં ઉત્પન્ન થઇ એક સ્થળેથી બીજે સ્થળે ગરમી પહોંચે છે.

પ્ર૦ ઇથર ક્યાં ક્યાં રહેલો છે ?

ઉ૦ અતિ ઘટ્ટ અને પારદર્શક, નક્કર અને પ્રવાહી, અતિ પાતળા વાયુઓ અને તારાવાળું આકાશ છતાંદિ તમામ સ્થળે તે પ્રસરેલો છે.

પ્ર૦ ઇથરનાં મોળાં ગરમી કેવી રીતે ફેલાવે છે ?

ઉ૦ જેવી રીતે વાતાવરણમાં અવાજનાં મોળાં ઉત્પન્ન થઇને કાનને અવાજનું બાન કરાવે છે, તેવીજ રીતે તપાવેલા અથવા પ્રકાશિત પદાર્થોની રજકણો અતિશય ત્વરાવાળી ધુજતી ગતિમાં હોઇ ઇથરનાં મોળાં ઉત્પન્ન કરે છે અને એ મોળાં સ્પર્શેન્દ્રિયને ગરમીનું બાન કરાવે છે.

પ્ર૦ ઇથરનાં મોળાંનો વેગ કેટલો હશે ?

ઉ૦ એ મોળાં પ્રત્યેક સેકન્ડે ૧૮૬૦૦૦ માઇલના વેગથી અવકાશમાં ચાલી આસપાસના બીજા પદાર્થની રજકણોને પોતાની ગતિ આપે છે, અને એ પ્રમાણે ગરમી એક પદાર્થમાં પ્રસરે છે.

ગરમી પદાર્થના અણુસમુહોની ધ્રુજતી ગતિનો વેગ વધારી તેમની વચ્ચેનું આકર્ષણ ઘટાડે છે. એ કારણથી ગરમીને લીધે આકર્ષણ બળ ઘટવાથી પદાર્થો ફૂલે છે.

પ્ર૦ ગરમીને લીધે પદાર્થોમાં રૂપાંતર કેમ થાય છે ?

ઉ૦ ગરમી વધે છે તેવારે એક વખત પ્રતિસારક બળ અણુસમુહોને જોડી રાખનારા બળની સમતોલ થાય છે, એટલે પદાર્થો પ્રવાહી થાય છે, એ પ્રવાહીને વધારે ગરમી લગાડ્યાથી પ્રતિસારક બળ તેમાંના અણુસમુહોને જોડનારા બળને દાબી દે છે, અને છેવટે એ પ્રવાહી બદલાઇને તેની વરાળ કે વાયુ થાય છે. એથી ઉલટું

ગરમી નીકળી જવાથી પદાર્થ સંકોચાય છે. જે વાયુરૂપ હોય છે તે પ્રવાહી થાય છે, અને પ્રવાહી હોય છે તે ઘનરૂપ ધારણ કરે છે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં અને ગરમીનાં કિરણોમાં શી ભિન્નતા છે ?

ઉ૦ કેટલાક પદાર્થો વધારે ને કેટલાક ઓછા પારદર્શક હોય છે, તેથી તેઓમાં થઇને પ્રકાશ વધારે કે ઓછો જઇ શકે છે; પરંતુ પ્રકાશની પેઠે સઘળા પદાર્થોમાં ઉષ્ણતાનાં કિરણ સરખી સહેલાઇથી જઇ શકતાં નથી. વળી ગરમીનાં કિરણોને પેસવા દેવાની પદાર્થોની શક્તિનો ધણો આધાર જે મૂળમાંથી ગરમી નીકળે છે તેના ઉપર છે. ઉદાહરણ, વિરંગી કાચમાં થઇને સૂર્યની ગરમીનાં કિરણ જેવી સહેલાઇથી જાય છે, તેવી સહેલાઇથી દીવાની જ્યોતમાંથી નીકળતી ગરમીનાં કિરણ જશે નહિ.

પ્ર૦ કિરણોના એ ગુણનો વ્યવહારમાં કયાં ઉપયોગ થાય છે ?

ઉ૦ ઠંડા મુલકોમાં છોડને રાખવા માટે કાચનાં ધરો બનાવે છે, કારણ કે કેટલાક છોડ એવા હોય છે કે તેમને પુષ્કળ ગરમી જોઇએ છે, અને તેમની વૃદ્ધિને માટે જેટલી ગરમી અવશ્યની છે તે ગરમી એ કાચના ધરો સંધરી રાખે છે.

પ્ર૦ કાચનાં ધરો ગરમી સંધરી રાખે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ સૂર્યનાં કિરણો સીધાં પડે છે, તે કાચમાં થઇને સહજ જાય છે, પરંતુ તેઓ પૃથ્વી પર પડે છે, ત્યારે તેમનું રૂપ બદલાઇ જઇ પહેલાંની પેઠે કાચમાં થઇને સહેલાઇથી જઇ શકતા નથી, માટે એ કિરણો અંદર રહી ગરમીનો જમાવ થાય છે. ઉનાળામાં જે ઓરડામાં કાચની બારીઓ હોય છે તેમાં ગરમી રહે છે તેનું કારણ પણ એજ છે.

૧૦. ગરમીની ગતિ.

પ્ર૦ એક પદાર્થમાંની ગરમી બીજામાં ફેરવી હદ સુધી જઈ શકે ?
 ઉ૦ બંને પદાર્થની ગરમી સમાન થતા સુધી ગરમ પદાર્થમાંની ગરમી ઠંડા પદાર્થમાં જાય છે.

પ્ર૦ ગરમીના સંબંધમાં પદાર્થના વર્ગ કયા ?

ઉ૦ વાહન અને મંદવાહક.

પ્ર૦ વાહક એટલે શું, તે દાખલો આપી સમજાવો.

ઉ૦ ધાતુના સળીઆનો એક છેડો અગ્નિમાં મૂકીશું તો થોડાજ વખતમાં બીજો છેડો ગરમ થઈ જશે. આમાં ધાતુની રજકણો પ્રત્યક્ષ ગતિ કરતી નથી, પરંતુ ગરમ થએલી રજકણો પોતાના સંસર્ગમાં આવતી બીજી રજકણોને ગરમી આપે છે. અને એ રીતે ગરમી એક છેડેથી બીજા છેડા સુધી વહે છે. આ પ્રમાણે જે પદાર્થમાં ગરમી ઝટ વહે છે તે વાહક કહેવાય.

પ્ર૦ મંદવાહક એટલે શું તે દાખલો આપી સમજાવો.

ઉ૦ લાકડું એક છેડેથી બળતું હોય છે તથાપિ તેનો બીજો છેડો ઠંડોજ રહે છે; કેમકે લાકડાની રજકણોમાં ગરમી વહેતી નથી. આમ જે પદાર્થમાં ગરમી વહી શકતી નથી કે ધણીજ ધીમી વહે છે તેને મંદવાહક કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ વાહક પદાર્થો ગણાવો.

ઉ૦ ધાતુઓ વાહક છે. રૂપું ઉત્તમ વાહક સાબીત થયું છે, અને તેનાથી ઉતરતું સોનું, પિત્તળ, લોહું, સીસું વગેરે એ અનુક્રમે છે.

પ્ર૦ મંદવાહક પદાર્થો ગણાવો.

ઉ૦ પારા સિવાય (પારો ધાતુ છે માટે) પાણી, તેલ, મઘાક

વગેરે પ્રવાહી પદાર્થો; અને કાચ, કાગળ, લુગડું, લાકડું, પથર, હાથીદાંત ઇત્યાદિ જે નક્કર પદાર્થો ધાતુઓ નથી તેઓ મંદવાહક છે; પરંતુ વા, ગંધક, ઓકિસજન વગેરેમાં ભાગ્યેજ ઉષ્ણતા વહે છે. એ પદાર્થો અવાહક કહેવાય.

પ્ર૦ પાણી વગેરે પ્રવાહીઓ અને વાયુઓ મંદવાહક છે એ શી રીતે સમજાય ?

ઉ૦ કાચની કસોટીની નળીમાં પાણી ભરી તેને ઉપરથી તપાવીશું તો તે ગરમ થશે, પણ નળીના તળીઆનું પાણી છેક ઠંડું રહેશે. તે ઉપરથી તેમાં ગરમી પ્રસરતી નથી એ સાબીત થાય છે. આથીજ મહાસાગરોનું પાણી સૂર્યની ગરમીથી અતિશય તપી તેમાં ગરમ પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે; તથાપિ તેની નીચેનું પાણી ઠંડું હોઇ શાંતજ રહે છે. આથીજ નહાતી વખતે કેટલીક વખત કુંડીમાં પ્રથમ ઠંડું પાણી લઇ ઉપર ગરમ પાણી રેડવાથી ઠંડું પાણી નીચે જેમનું તેમ રહે છે. વાયુના સંબંધમાં પણ એજ પ્રમાણે બને છે.

પ્ર૦ ગરમી કેટલે પ્રકારે વહે છે ?

ઉ૦ ગરમી ત્રણ પ્રકારે વહે છે. ઉષ્ણતાનન, ઉષ્ણતાસંચારણ, (વહન) અને કિરણપાતન.

પ્ર૦ ઉષ્ણતાયન એટલે શું તે સમજાવો.

ઉ૦ પાણી ભરેલા વાસણને તળીએ બળતું કરવાથી તળીએ રહેલા પાણીની જે રજકણો ગરમ થાય છે તેજ રજકણો ગરમીને લઇને ઉપર આવે છે. માટે તેને ઉષ્ણતાનયન (ઉષ્ણતા લઇને જવું તે) કહે છે. અર્થાત્ આ ક્રિયામાં પદાર્થની રજકણો પોતાનું સ્થળ બદલે છે. પ્ર૦ ઉષ્ણતાવહન એટલે શું તે સમજાવો.

ઉં ધાતુનો સળીઓ એક છેડેથી તપાવવાથી બીજો છેડો ગરમ થઈ જાય છે. એ ક્રિયામાં ધાતુની રજકણો પોતાનું સ્થળ ન બદલતાં પોતાના સંસર્ગમાં રહેલી રજકણોને ગરમી આપે છે. એ પ્રમાણે છેક બીજા છેડા સુધી ગરમી પહોંચે છે. આ ક્રિયામાં ઉષ્ણતા એક રજકણમાંથી બીજી રજકણમાં વહે છે માટે તેને ઉષ્ણતાવહન કહે છે.

પ્ર૦ કિરણપાતન એટલે શું ?

ઉં સૂર્યમાંથી પૃથ્વી ઉપર ગરમી આવે છે તેમાં સૂર્યની અને પૃથ્વીની રજકણોનો પ્રત્યક્ષ સંબંધ થતો નથી; પણ સૂર્યમાંથી નીકળતી ગરમી ધરમાં મોજા ઉત્પન્ન કરી ઠેક પૃથ્વી સુધી પહોંચે છે. એજ પ્રમાણે હરકોઈ ગરમ પદાર્થમાંથી જે ગરમી કિરણરૂપે મળે છે તે ક્રિયાને કિરણપાતન કહે છે.

પ્ર૦ ગરમી ત્રણે પ્રકારે ફેલાય એવો એક પ્રયોગ સમજાવો.

ઉં ધગધગતો લોઢાનો ગોળો એક લોઢાના બાજક ઉપર મૂકવાથી ગોળાની ઉપર રહેલું વાતાવરણ ગરમ થાય છે તે ઉષ્ણતાનયન ક્રિયા છે; બાજકનું પૃષ્ઠ તપી જાય છે તે ઉષ્ણતાવહનની ક્રિયા છે; અને ગોળાની આબુઆબુ કેટલાક દૂર સુધી આપણને જે ગરમી લાગે છે તેમાં કિરણપાતન થાય છે.

પ્ર૦ તાપણીની આસપાસ તાપવા બેસીએ છીએ તેમાં કયે પ્રકારે ગરમી મળે છે ?

ઉં કિરણપાતન ક્રિયા વડે.

પ્ર૦ શિયાળાની ઋતુમાં સુતર કરતાં ઉનનાં કપડાં વધારે પસંદ કરીએ છીએ તેનું કારણ શું ?

ઉં શિયાળાની ઋતુમાં શરીરની ગરમી કરતાં હવા ઠંડી હોય છે,

જેથી શરીરની ગરમી વાતાવરણમાં ચાલી જતી ગરમીને કપડાં રોકીને ટકાવી રાખે છે. તેમાં પણ સુતર કરતાં ઉન વધારે મંદ-વાહક હોવાથી શરીરની ગરમીને બહાર નિકળવા દેતાં નથી, તેમજ ઉનનાં તાર ગુંછળાં ગુંછળાવાળા હોઇ કપડું ઘટ્ટ થએલું હોવાથી તેમાં બહારની ઠંડી હવા પ્રવેશ કરી શકતી નથી, તેથી ઉનનાં લુગડાં વધારે પસંદ કરીએ છીએ.

પ્ર૦ ઉનાળાની ઋતુમાં ધોળા રંગનાં વસ્ત્રો પસંદ કરવામાં આવે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ ઉનાળામાં શરીરની ગરમી કરતાં વાતાવરણમાં ગરમી વધારે હોય છે. તેને શરીરમાં દાખલ થતી અટકાવવાની જરૂર છે. ધોળો રંગ સૂર્યનાં કિરણોને પોતાની અંદર ન શોષી લેતાં તમામ કિરણોને પાછાં ફેંકે છે જેથી ધોળા રંગનાં વસ્ત્રોથી શરીરમાં વાતાવરણની ગરમી દાખલ થતી નથી માટે તે વધારે પસંદ કરવામાં આવે છે.

૧૧ છુપી કે ગુપ્ત ગરમી.

પ્ર૦ ગરમી કેટલા પ્રકારની છે ?

ઉ૦ બે પ્રકારની છે; (૧) કોઈ પણ ગરમ વસ્તુને સ્પર્શ કરતાં માલમ પડે છે તે, અને (૨) ગરમી હોવાથી છતાં તેને સ્પર્શ કરવાથી માલમ ન પડે તેવી. આ બીજા પ્રકારની ગરમીને છુપી કે ગુપ્ત ગરમી કહે છે.

પ્ર૦ એ ગરમીને છુપી કે ગુપ્ત કહેવાનું કારણ શું ?

ઉ૦ એ ગરમી પદાર્થના સ્વરૂપમાં ફેરફાર કરે છે તથાપિ તેની

અસર થર્મીટર ઉપર જણાઇ આવતી નથી, માટે તેને છુપી ગરમી કહે છે.

પ્ર૦ છુપી ગરમી શું કાર્ય કરે છે ?

ઉ૦ જે બળને લીધે પદાર્થની રજકણો એક બીજાને ચોટાવી રહે છે તે તથા તે પદાર્થ ભાંગી, પીગળી કે ઉડી જતો નથી તે બળને તોડી નાખી રજકણો છુટી પાડવામાં એ ઉજ્જ્વલતા વપરાય છે.

પ્ર૦ પાણીની ગુપ્ત ઉજ્જ્વલતા એટલે શું ?

ઉ૦ એક પ્યાલામાં બરફના કકડા ભરી તેમાં થર્મીટર મૂકીશું, તો પારો સ્થન્ય અંશે રહેશે; પછી તે બરફને જેમ જેમ ગરમી આપ્યા કરીશું તેમ તેમ બરફનું પાણી થતું જશે. પ્યાલામાં બરફની છેલ્લી કણી પુરેપુરી ઓગળી જતા સુધી તેમાં જતી ગરમી થર્મીટર ઉપર બીલકુલ અસર કરશે નહિ. આમ બરફનું પાણી થવામાં જે ગરમી વપરાય છે. અને તે થર્મીટર ઉપર અસર કરતી નથી, એવી ગરમીને પાણીની ગુપ્ત ઉજ્જ્વલતા કહે છે.

પ્ર૦ વરાળની ગુપ્ત ઉજ્જ્વલતા એટલે શું ?

ઉ૦ ઉકળતા પાણીમાં થર્મીટર મૂકવાથી તેમાં પારો ઉંચો ચઢીને છેવટે ૧૦૦° ઉપર આવી અટકશે. ગરમી વધારે ને વધારે આપ્યા કરીશું તથાપિ તે ગરમીની અસર થર્મીટર ઉપર જણાશે નહિ; પણ તે ગરમી પાણીની વરાળ થવામાં વપરાશે. એ ગરમીને વરાળની ગુપ્ત ઉજ્જ્વલતા કહે છે.

પ્ર૦ વરાળની ગુપ્ત ઉજ્જ્વલતા એટલે શું ?

ઉ૦ ઉકળતા પાણીમાં થર્મીટર મૂકવાથી તેમાં પારો ઉંચો ચઢીને છેવટે ૧૦૦° ઉપર આવી અટકશે. ગરમી વધારેને વધારે આપ્યા કરીશું, તથાપિ તે ગરમીની અસર થર્મીટર ઉપર જણાશે

નહિ; પણ તે ગરમી પાણીની વરાળ થવામાં વપરાશે. એ ગરમીને વરાળની ગુપ્ત ઉષ્ણતા કહે છે.

પ્ર૦ પાણીની ગુપ્ત ઉષ્ણતા કેટલી છે તે પ્રયોગદ્વારા સમજાવો.

ઉ૦ એક પ્યાલામાં શૂન્ય અંશનું પાણી લો અને બીજામાં તેટલાજ વજનના બરફના કકડા ભરો. બંને પ્યાલામાં થર્મોમીટર મૂકો તો બંનેમાં પારો શૂન્ય અંશે સ્થિર રહેશે. બંને પ્યાલાને સરખી ગરમી આપવા માંડો તો જે પ્યાલામાં પાણી છે તેમાંના થર્મોમીટરમાંનો પારો ઉંચો ચઢશે, પણ બરફમાં થર્મોમીટર ઉપર ગરમીની કંઈ પણ અસર જણાશે નહિ. એ પ્રમાણે બરફની છેલ્લી કણી પીગળી રહેતા સુધી કંઈ પણ અસર ન જણાતાં પારો શૂન્ય અંશેજ રહેશે. પણ તેજ વખતે પાણીમાંના થર્મોમીટરમાં જોષ્ઠ્યું તો પારો 40° સુધી આવેલો માલમ પડશે. આ પ્રયોગથી સિદ્ધ થાય છે કે બરફનું પાણી થવામાં 40° ગરમી વપરાય છે. તેને પાણીની ગુપ્ત ઉષ્ણતા કહે છે.

પ્ર૦ વરાળની ગુપ્ત ઉષ્ણતા કેટલી છે તે પ્રયોગદ્વારા સમજાવો.

ઉ૦ ૬ રતલ 0° ના પાણીમાં ૧ રતલ પાણીની વરાળ દાખલ કરવાથી તમામ પાણી 100° ગરમીવાળું બનશે. મતલબ કે વરાળ થવામાં છુપી રહેલી 600° ગરમી પાણીને ગરમ કરવામાં ખપી ગઈ અને એ વરાળનું છુપી ગરમી જતી રહેવાથી 100° નું ગરમ પાણી બની રહ્યું. આ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે વરાળની ગુપ્ત ઉષ્ણતા 600° છે.

પ્ર૦ દ્રાવણબિંદુ કોને કહેવાય ?

ઉ૦ જે ઉષ્ણતામાનને ધન પદાર્થ પ્રવાહીમાં આવે તે ઉષ્ણતામાનને તે પદાર્થનું દ્રાવણબિંદુ એટલે ઓગાળનારું બિંદુ કહે છે.

પ્ર૦ જુદા જુદા પદાર્થના દ્રાવણખિંદુનું ઉષ્ણતામાન કેટલું હોય છે ?

ઉ૦ બરફ શૂન્ય અંશે ઓગળે છે, સીસું ૩૨૬ અંશે, રૂપું ૮૪૫ અંશે, સોનું ૧૦૩૫ અંશે ઓગળે છે માટે એ એમનાં દ્રાવણખિંદુ કહેવાય. એજ પ્રમાણે જુદા જુદા પદાર્થનાં દ્રાવણખિંદુ જુદાં જુદાં હોય છે.

પ્ર૦ છુપી ગરમીના નિયમનો વ્યવહારના ક્યાં ક્યાં કાર્યોમાં ઉપયોગ થાય છે ?

ઉ૦ કેટલાક દ્રવ્યોનું મિશ્રણ પાણી કરતાં પણ શીતળ હોય છે. એવું દ્રવ્ય પાણી ભરેલા વાસણની આસપાસ ભરવાથી તેની વરાળ થઇ ઉડી જવામાં જે ગરમી જોઇએ છે, તે પાણીમાંથી ખેંચે છે. તેથી પાણીમાંની ગુપ્ત ગરમી જઇ તેનું બરફ બનવાય છે.

ઉનાળાની ઋતુમાં ઠંડું પાણી કરવા માટે કુળની આસપાસ બીનું કપડું વીંટવામાં આવે છે, કારણ કે કુળનાં છિદ્રોમાંથી પાણી જેમ જેમ ઝરતું જાય છે તેમ તેમ તે સુકાતું જાય છે તેથી કરીને કુળે અને અંદરનું પાણી ઠંડાં પડતાં જાય છે.

મગજમાં ગરમી વધી જવાથી માથું દુખવા માંડે છે ત્યારે કાલન-વોટરનું પોતું અથવા બરફની કાથળીઓ માથા ઉપર મૂકવામાં આવે છે તેનું કારણ પણ એજ છે.

૧૨. પ્રકાશ અને તેનો શ્રેલાવો.

પ્ર૦ પ્રકાશ ક્યાંથી મળે છે ?

ઉ૦ સુરજ, તારાઓ, દીવેલ, દેવતા, વીજળીનો દીવો, આસનો દીવો, સબળા બળતા પદાર્થો વગેરે તમામ સ્વપ્રકાશક પદાર્થોમાંથી. પ્રકાશ મળે છે.

પ્ર૦ આપણે પદાર્થો શી રીતે જોઈ શકીએ છીએ ?

ઉ૦ પ્રકાશનાં કિરણ વસ્તુ ઉપર પડે છે, અને ત્યાંથી પાછાં ફેંકાઈ આપણી આંખમાં પેસે છે તેથી તે પદાર્થ જોઈ શકીએ છીએ.

પ્ર૦ આંધળાં માણસો કેમ જોઈ શકતા નથી.

ઉ૦ આંખ તરફ આવતાં કિરણોની અસર આંધળા માણસોની આંખના પડદા અહલ્ય કરી શકતા નથી તેથી તેઓ જોઈ શકતા નથી.

પ્ર૦ પ્રકાશના સંબંધમાં પદાર્થના કેટલા વર્ગ છે ?

ઉ૦ સ્વપ્રકાશક અને પરપ્રકાશક.

પ્ર૦ સ્વપ્રકાશક એટલે શું ?

ઉ૦ જે પદાર્થો જાતે પ્રકાશિત હોય એટલે જેમાંથી પ્રકાશનાં કિરણો નીકળી ચોમેર ફેલાય છે તેમને સ્વપ્રકાશક કહેવામાં આવે છે. સુરજ, દીવો, દેવતા વગેરે સઘળા બળતા પદાર્થો સ્વપ્રકાશક છે.

પ્ર૦ પરપ્રકાશક એટલે શું ?

ઉ૦ જે પદાર્થો જાતે પ્રકાશતા નથી, પણ બીજા પ્રકાશિત પદાર્થોનાં કિરણ તેઓ ઉપર પડવાથી પ્રકાશિત દેખાય છે, તેથી તેઓ પરપ્રકાશક કહેવાય છે. કાચ, માટી, કાચલા, ધાતુઓ, કેટલાક અહો અને ઉપગ્રહો પરપ્રકાશક છે.

પ્ર૦ સ્વપ્રકાશક પદાર્થો શાથી દેખાય છે ?

ઉ૦ તે પદાર્થોમાંથી કિરણો નીકળી પરમાર્થો જોનારની આંખમાં પેસે છે તેથી.

પ્ર૦ પરપ્રકાશક પદાર્થો શાથી દેખાય છે ?

ઉ૦ સ્વપ્રકાશક પદાર્થનાં કિરણો એવા પદાર્થો ઉપર પડી ત્યાંથી પાછાં ફેંકાઈ જોનારની આંખમાં પેસે છે તેથી પરપ્રકાશક પદાર્થો

દેખાય છે, વળી પરપ્રકાશક પદાર્થો દેખાય છે, એટલુંજ નહિ પરંતુ તે સ્વપ્રકાશક પદાર્થોના સંબંધને લીધે ચળકતા દેખાય છે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણોના ધર્મ શા છે ?

ઉ૦ (૧) પ્રકાશનાં કિરણો હંમેશાં સીધી લીટીમાં જાય છે, અને (૨) પારદર્શક પદાર્થને ભેટી કિરણો પાર જાય છે, પણ અપારદર્શક પદાર્થને ભેટીને પાર જતાં નથી.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણો આંખમાં કેવી રીતે આવે છે ?

ઉ૦ જેવી રીતે અવાજનાં મોજાં હવામાં ઉત્પન્ન થઈ કાનને અવાજનું જ્ઞાન કરાવે છે, તેવીજ રીતે પ્રકાશનાં કિરણો ધર નામના દ્રવ્યમાં મોજાં ઉત્પન્ન કરી આંખના પડદા ઉપર અસર કરે છે તેથી પ્રકાશનું જ્ઞાન થાય છે.

પ્ર૦ અપારદર્શક પદાર્થોના ઝોળો અથવા પડછાયો પડે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ અપારદર્શક પદાર્થને ભેટીને પ્રકાશનાં કિરણો પાર જઈ શકતાં નથી, તેમ તે વાંકાં વળીને પણ જઈ શકતાં નથી તેથી તેનો ઝોળો પડે છે.

પ્ર૦ છાંયડામાં રહેલા પદાર્થો આપણે શાથી જોઈ શકીએ છીએ ?

ઉ૦ આસપાસની ખીજ વસ્તુઓ પરથી અને વાતાવરણમાંની અતિ સૂક્ષ્મ રજકણોપરથી થોડાં કિરણો પાછાં ફેંકાય છે તેથી છાંયડામાં પણ થોડું અજવાળું પડે છે, છાંયડામાંની વસ્તુઓ પણ જોઈ શકાય છે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણોની ગતિ કેટલી છે ?

ઉ૦ પ્રત્યેક સેકન્ડે ૧૮૬૦૦૦ મૈલના વેગથી ગતિ કરે છે.

૧૩. પ્રકાશનું પરાવર્તન.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણો બીજા પદાર્થ ઉપર પડે છે તે વખતે તેમાં શા શા વિકાર થાય છે ?

ઉ૦ હવા, પાણી અને કાચ જેવા અમુક ઘાડાઘના પદાર્થમાં થઇને પ્રકાશનાં કિરણ બિન્ન ઘાડાઘના પદાર્થ ઉપર પડે છે ત્યારે તેના જુદા જુદા ત્રણ ભાગો થઇ તેઓ બિન્ન બિન્ન રીતે વર્તે છે. (૧) કેટલાંક કિરણોનું પદાર્થ ઉપરથી પરાવર્તન થાય છે. તેમાં જે પદાર્થનું ઘટ્ટ સમાન એટલે લીસું હોય તો નિયમિત પરાવર્તન થઇ મૂળ પદાર્થમાં કિરણો પાછાં જાય છે; અને જે પદાર્થનું ઘટ્ટ અસમાન એટલે ખરબચડું હોય તો કિરણો અનિયમિત પરાવર્તન પામી આજુબાજુ ફેલાઇ જાય છે; (૨) કેટલાંક કિરણોનું પદાર્થ ઉપરથી વક્રીભવન થાય છે; અને (૩) કેટલાંક કિરણો પદાર્થમાં શોષાઇ જઇ તેમાં ગરમી ઉત્પન્ન કરે છે.

પ્ર૦ કિરણોનું પરાવર્તન એટલે શું ?

ઉ૦ કાચ જેવાં લીસાં ઘટ્ટો ઉપર કિરણો પડ્યા પછી ત્યાંથી પાછાં ફેંકાય છે તેને કિરણોનું પરાવર્તન (પરા-ઓછું + આવર્તન-આવવું) કહે છે. જે કિરણો લંબ રૂપે પડે તો પરાવર્તન પામ્યા પછી સીધાં મૂળ સ્થળે જાય છે; પણ જે લંબરૂપ ન પડતાં અમુક ખૂણો કરીને પડે તો તેટલોજ ખૂણો કરી તેથી ઉલટી દિશામાં પાછાં ફેંકાય છે. આવી રીતે કિરણો પડતી વખતે લંબ સાથે જે ખૂણો કરે છે તેને પતનકોણ (કિરણો પડવાથી થતો ખૂણો) કહે છે; અને પાછાં ફેંકાતી વખતે જે ખૂણો કરે છે તેને પરાવર્તનકોણ (કિરણો પાછાં ફેંકાતી વખતે થતો ખૂણો) કહે છે.

પ્ર૦ આપણા ઉપર પડેલાં સૂર્યનાં કિરણો આંખમાં આવે છે ત્યારે
 ઝાંઝવાં વળે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ કાચનું પૃષ્ઠ ઘણું લીસું હોવાથી તેના ઉપર પડેલાં ઘણાં-
 ખરાં કિરણોનું નિયમિત પરાવર્તન થઈ સઘળાં આંખમાં આવે છે
 તેથી ઝાંઝવાં વળે છે; પણ ખરખચડા પૃષ્ઠ ઉપર પડેલાં કિરણો
 નિયમિત પરાવર્તન પામતાં નથી, અને તેમાંનાં ઘણાં કિરણો આંખ-
 બાહ્ય ફેલાઈ જઈ આંખમાં માત્ર થોડાંજ કિરણો આવે છે, તેથી તે
 વસ્તુ દેખાય છે પણ આંખે ઝાંઝવાં વળતાં નથી.

પ્ર૦ પરાવર્તનને લીધે પદાર્થ મૂળ સ્થળમાં દેખાવાને બદલે તેમાં
 શો ફરકાર થાય છે ?

ઉ૦ પરાવર્તન પામીને કિરણો જે દિશાએથી આપણી આંખમાં
 આવે છે તેની સીધી લીટીમાં પદાર્થ દેખાય છે. આથીજ જળાશયને
 કાંઠે રહેલું ઝાડ પાણીમાં જોતાં ઉંધું દેખાય છે. તેમજ તખ્તામાં
 ધરેલી પેનસીલ પણ ઉંધી દેખાય છે. એ પ્રમાણે ઉંધા દેખાતા
 પદાર્થોમાં પ્રથમ પ્રકાશનાં કિરણો પદાર્થ ઉપર પડી ત્યાંથી પરાવર્તન
 પામી પાણીપર પડે છે, અને ત્યાંથી પરાવર્તન પામીને આપણી
 આંખમાં આવે છે. આથી પદાર્થનું કિરણ પોતાને મૂળ સ્થળેથી
 આપણી આંખમાં ન આવતાં જળની સપાટી ઉપરથી આંખમાં આવે
 છે તેથી તેની સીધી લીટીમાં એટલે જળની અંદર પદાર્થ દેખાય
 છે. વળી એજ કારણને લીધે તે પદાર્થની ટોચ જેટલી પાણીથી ઉંચી
 હોય તેટલીજ નીચી તેની માંહે પણ દેખાય છે.

પ્ર૦ ચાટલામાં આપણું મોં શી રીતે દેખાય છે ?

ઉ૦ પ્રથમ મોં પર સૂર્યનાં કિરણ પડે છે, ત્યાંથી પરાવર્તન પામી
 ચાટલાના પૃષ્ઠ પર પડે છે, ત્યાંથી પાછાં પરાવર્તન પામી આપણી

આંખમાં આવે છે. તેથી મોંના અવયવોનાં કિરણ પૃષ્ઠ ઉપરથી આવે છે માટે તેની સીધી લીટીમાં મોં દેખાય છે, વળી એજ કારણુને લીધે કાચથી મોં જોટલું છેડું હોય છે તેટલું દૂર કાચની પાછળ દેખાય છે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણો એક સીધી લીટીમાંજ જાય છે તેથી કયા ચમત્કારો દેખાય છે ?

ઉ૦ (૧) મીતે ચોડેલા દીવાની પાસે એક ઝીણા છિદ્રવાળું જાડું પુડું ધરવાથી દીવાની જ્યોતનાં સર્વ કિરણો ઝીણા છિદ્રમાં આવી છિદ્રની ખીણ બાજુએ જાય છે, ત્યારે ખીણ ગમ જ્યોતનો ઉઘો દેખાવ દષ્ટિએ પડે છે. (૨) પદાર્થનાં કિરણો આંખમાં રહેલા લેન્સ (નેત્રપટ) ઉપર પડે છે તે લેન્સ પુલેલા રોટલાના આકારનો એટલે બંને તરફથી બાહ્યગોળ હોઇ પારદર્શક હોય છે. હવે લેન્સ પર પડેલાં કિરણો પાર જઇ એક બિંદુએ ભેગાં થાય છે. પછી ત્યાંથી આગળ જતાં સીધી લીટીમાં જવાના ગુણુને લીધે એક બીજાને છેદી ચાલ્યાં જઇ જ્ઞાનતંતુઓના સંબંધમાં રહેલા પડદા ઉપર પડે છે. એટલે એ પડદા ઉપર પદાર્થની ઉંઘી પ્રતીમા પડે છે. આ કારણથી વાસ્તવિક રીતે દુનીઆના તમામ પદાર્થો ઉંઘાજ દેખાના જોઇએ, અને ખરે-ખર દરેક પદાર્થ ઉંઘોજ દેખાય છે; પણ મહાવરાને લીધે આપણે ચતો માની લઇએ છીએ. (૩) કેમેરામાંથી (છપી પાડવાના યંત્રમાંથી) જેતાં મનુષ્ય, પ્રાણી કે હરકોઇ પદાર્થની પ્રતીમા ઉંઘીજ દેખાય છે.

૧૪. પ્રકાશનું વક્રીભવન.

પ્ર૦ વક્રીભવન એટલે શું ?

ઉ૦ એક પારદર્શક પદાર્થમાંથી બીજા પારદર્શક પદાર્થમાં જતાં

ઐટલે વાયુ અને પાણી, વાયુ અને કાચ વગેરે જુદી જુદી ધાડા-
ધના બે પદાર્થોને વિખુટા કરનારી સપાટી આગળ પ્રકાશનાં કિરણો
મરડાય છે, તેને પ્રકાશનું વક્રીભવન (વાંકું વળવું) કહે છે.

પ્ર૦ વક્રીભવન ક્યારે ન થાય ?

ઉ૦ સરખીજ ધાડાધના પારદર્શક પદાર્થમાં થઇને કિરણો જ્ય
ત્યારે તેનું વક્રીભવન થતું નથી; તેમજ જુદી જુદી ધાડાધના પદાર્થો
હોવા છતાં કિરણો લંબ લીટીમાં જ્ય ત્યારે પરાવર્તન પણ ઐજ
લીટીમાં થાય છે. ઐટલે વક્રીભવન થતું નથી.

પ્ર૦ કયે નિયમે પ્રકાશનાં કિરણોનું વક્રીભવન થાય છે ?

ઉ૦ હવામાંથી પાણીમાં ઐટલે પાતળા થરોમાંથી ધાડા થરોમાં
થઇને જતાં પ્રકાશનાં કિરણો લંબ તરફ મરડાય છે; અને પાણી-
માંથી હવામાં ઐટલે ધાડા થરોમાંથી પાતળા થરોમાં જતાં લંબથી
દૂર જાય છે.

પ્ર૦ વક્રીભવન થવાને લીધે કયા કયા ચમત્કારો જણાય છે ?

ઉ૦ (૧) સીધી લાકડી પાણીમાં બોળવાથી તેનો ડુબેલો ભાગ
વાંકો વળેલો દેખાય છે. (૨) પાણીમાંથી ભરેલાં વાસણોનાં પૃષ્ઠ ઉપર
આવેલાં દેખાય છે, તેમજ તેમાં ડુબેલો પદાર્થ ચપટો દેખાય છે,
(૩) સૂર્ય ઉગ્યા પહેલાં તેમજ આચમ્યા પછી લગભગ દોઢેક કલાક
સુધી સૂર્યનાં કિરણો મરડાઇને અજવાળું રહે છે. એ અજવાળાને
ઝળઝળું કહે છે. (૪) રેતાળ ગરમ પ્રદેશમાં પાણી ન હોવા છતાં
પણ ધણીવાર દૂરથી જળાશય હોવાનો ભાસ થાય છે, અને જળા-
શય હોય તેમ તેમાં વનસ્પતિ, પશુ વગેરેના ઝોળા પડેલા જણાય
છે. (૫) કેટલાક પ્રદેશમાં પ્રાણી, વનસ્પતિ, મકાનો વગેરે હવામાં
અધર રહેલા હોય તેવો ભાસ દેખાય છે. (૬) એક ખાલી પ્યાલામાં

પાવલી મૂકીને ખ્યાલાને દૂર એવી રીતે મૂકો કે ખ્યાલાની કોર પરથી માત્ર સહેજ પાવલી જોઈ શકાય. પછી એક માણસ પાસે પાવલી ખસે નહિ તેમ ધીમેથી પાણી રેડાવવું, આમ કરવાથી આખી પાવલી નજરે આવશે. (૬) પ્રકાશનાં કિરણો ત્રિપાસા કાચમાં થઈ પ્રસાર કરવાથી સામી દિવાલ પર જુદા જુદા સાત રંગનો પટો પડેલો માલમ પડશે. તેજ પ્રમાણે સૂર્ય-કિરણો વાતાવરણના ધાડા પાતળા થયેલાં થઈ જતાં ભિન્ન ભિન્ન રીતે વક્રીભવન થઈ કાળાં અપારદર્શક વાદળો પર સાત રંગના પટાવાળું મેઘધનુષ્ય દેખાય છે. તેથીજ ક્ષિતિજની નીચે ગયા પછી પણ થોડા વખત સુધી સૂર્ય, ચંદ્ર, તારાઓ વગેરે જોઈ શકાય છે.

પ્ર૦ હવા એકનો એક પદાર્થ હોવા છતાં પણ તેમાં થઈને જતાં કિરણો મરડાય છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ જેમ જેમ ઉંચે જઈએ તેમ તેમ હવાના ઘેરો પાતળા હોય છે, અર્થાત્ હવાના ઘેરોની ઘાડાઈમાં એકાએક ફેરફાર થતો નથી પણ ધીમે ધીમે થાય છે, તેથી કિરણોની દિશા એકદમ ન બદલાતાં તે ધીમે ધીમે મરડાય છે.

૧૫. વિદ્યુત્.

પ્ર૦ વિદ્યુત્ એટલે શું ?

ઉ૦ જે પદાર્થોના ધર્મજુથી અથવા જુદા જુદા પદાર્થોના રસાયની સંયોગથી જે વિશેષ શક્તિ ઉત્પન્ન થાય છે તેને વિદ્યુત્ કહે છે.

પ્ર૦ વિદ્યુત્ કેટલા પ્રકારની છે ?

ઉ૦ ધર્મજુ અને રસાયની એમ બે પ્રકારની વિદ્યુત્ છે.

પ્ર૦ ધર્ષણ વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવાની રીત પ્રયોગદ્વારા સમજાવો.

ઉ૦ રેશમના સુકા કપડા ઉપર અથવા રૂવાવાળા ખિલાડીના ચામડા ઉપર કાચનો સળીઆ ધસવાથી કાચમાં વિદ્યુત ભેગી થાય છે; તેમજ લાખના સળીઆને ઊનના કપડા સાથે ધસવાથી પણ લાખના સળીઆમાં વિદ્યુત આવે છે. આ વિદ્યુત પદાર્થોના ધર્ષણથી ઉત્પન્ન થએલી હોવાથી તેને ધર્ષણ વિદ્યુત કહેવામાં આવે છે. આ પ્રમાણે ઉત્પન્ન થએલી વિદ્યુત કાગળના કકડા, ખરના ગર, સોનાના વરખ, પીછું, વગેરે હલકા પદાર્થોને પોતાના તરફ ખેંચે છે.

પ્ર૦ રસાયની વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવાની રીત પ્રયોગદ્વારા સમજાવો.

ઉ૦ જળમિશ્રિત ગંધકના તેજબને એક કાચના અથવા ચિનાઈ માટીના પ્યાલામાં ભરી તેમાં એક તાંબાનું અને એક જસતનું એવાં બે પતરાં તાંબાના તારે લટકાવીને ડુબતાં મૂકવાં. આમ કરવાથી પ્યાલામાં રસાયની વ્યાપાર શરૂ થઈ વિદ્યુત ઉત્પન્ન થશે. બહાર રહેલા તારના બે છેડાને નજીક લાવવાથી બંને વચ્ચેનું વાતાવરણ વિદ્યુત બળને લીધે પાતળું થઈ તેમાં તણખા થતા માલમ પડશે. જો એ છેડાઓને અરસ્પરસ જોડવામાં આવે તો તેમાં સતત વિદ્યુત પ્રવાહ ચાલ્યા કરશે. એ પ્રવાહનો હાલમાં તાર મારફતે સંદેશા મોકલવામાં, દીવાબત્તીઓ કરવામાં, વગેરે ઘણાંક કાર્યોમાં ઉપયોગ થાય છે.

પ્ર૦ વિદ્યુત ક્યા ક્યા પદાર્થોમાં રહેલી છે ?

ઉ૦ દુનીઆ ઉપરના તમામ પદાર્થોમાં તે રહેલી છે.

પ્ર૦ સારે તેની અસર કેમ માલમ પડતી નથી ?

ઉ૦ દરેક પદાર્થમાં બે જાતની (પોઝિટિવ અને નેગેટિવ) વિદ્યુત, મિશ્ર સ્વરૂપે રહેલી હોય છે તેથી તેની અસર માલમ પડતી નથી.

ધર્ષણ કે રસાયની વ્યાપારથી જ્યારે તેને છુટી પાડવામાં આવે છે ત્યારેજ તેની અસર માલુમ પડે છે.

પ્ર૦ પોઝિટિવ અને નેગેટિવ એ વિદ્યુતો છુટી પાડવાનો પ્રયોગ સમજાવો.

ઉ૦ એક સ્ટેન્ડના વાંકા વાળેલા સળીઆને છેડે રેશમની દોરી બાંધી તેને બીજે છેડે બંડના ગરની ગોળી બાંધીએ, અને પછી તેની પાસે રેશમ ધસેલો કાચનો સળીઓ લાવીએ તો તે ગોળી સળીઆ તરફ ખેંચાશે. એજ પ્રમાણે બિન ધસેલો લાખનો સળીઓ પણ તે બીજાની ખેંચો શકશે.

“ એ વિરૂદ્ધ જાતની વિદ્યુતોમાં એક બીજાને આકર્ષવાનો અને એક જાતની વિદ્યુતોમાં એક બીજાથી દૂર ખસવાનો ગુણ છે. ” તેને લીધે કાચમાંની પોઝિટિવ વિદ્યુત બંડના ગરમાંની મિશ્ર વિદ્યુતમાંથી છુટી પાડી નેગેટિવને પોતાના તરફ આકર્ષે છે; અને ગરમાંની પોઝિટિવ દોરામાં થઇ વહી જાય છે. હવે જો સળીઓ ગોળીને અડકાડીશું તો કાચમાંની પોઝિટિવ ગોળીમાં જશે, અને ગોળીમાંની મિશ્ર સ્વરૂપવાળી વિદ્યુત દોરામાં થઇ દૂર જતી રહેશે. આમ થવાથી ગોળીમાં અને સળીઆમાં એક જાતની વિદ્યુતો થઇ રહેશે. તેથી એક બીજાથી દૂર નાસવાના ગુણને લીધે જે ગોળી કાચને વળગી રહી હતી તે ઝટ દૂર ખસી જશે. જેમ જેમ આપણે સળીઆને પાસે પાસે લઇ જઇશું તેમ તેમ તે દૂર દૂર હઠશે.

પ્ર૦ કાચના તેમજ લાખના સળીઆમાં આવતી ધર્ષણ વિદ્યુતો એકજ જાતની છે કે કેમ ?

ઉ૦ બંને એક જાતની નથી. કાચના સળીઆમાં પોઝિટિવ અને લાખના સળીઆમાં નેગેટિવ વિદ્યુત ભેગી થએલી હોય છે.

પ્ર૦ લાખ અને કાચના સળીઓમાં રહેલી વિદ્યુતો જુદી જુદી જાતની છે તે પ્રયોગદ્વારા સમજાવો.

ઉ૦ સ્ટેન્ડ ઉપર રેશમના બે દોરાઓને છેડે બે ગોળીઓ લટકાવી તેમાંની એકને વિદ્યુતવાળો કાચનો સળીઓ અને બીજીને વિદ્યુતવાળો લાખનો સળીઓ અડકાડીશું તો બંને ગોળીઓ એક એકના પડખામાં ભરાઈ જશે. કેમકે બંને ગોળીઓમાં બે ભિન્ન પ્રકારની વિદ્યુતો આવેલી છે. આ પ્રયોગમાં જો બંને ગોળીઓમાં લાખના કે કાચના સળીઓમાંની માત્ર એકજ જાતની વિદ્યુત મૂકવામાં આવે તો ગોળીઓ એક બીજીથી દૂર ખસશે. કેમકે બંને ગોળીઓમાં એકજ જાતની વિદ્યુત આવેલી હોય છે.

પ્ર૦ વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવામાં કાચને ખદસે ધાતુનો સળીઓ વાપરવામાં આવે તો શું પરિણામ આવે ?

ઉ૦ ધાતુમાં વિદ્યુત સહેલથી વહી જાય છે, પણ કાચમાં વહી ન જતાં એકજ ઠેકાણે સ્થિર રહે છે. જેથી તે ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે.

પ્ર૦ કયા કયા પદાર્થોમાં વિદ્યુત વહી જાય છે ?

ઉ૦ કાચલા, તેજા, ઓગળે એવા ક્ષાર, પૃથ્વી, પાણી, પ્રાણીઓના શરીર, ધાતુઓ, વનસ્પતિ અને ભેજવાળી હવામાં વિદ્યુત વહી જાય છે માટે એ પદાર્થો વિદ્યુત વાહક કહેવાય છે.

પ્ર૦ કયા કયા પદાર્થોમાં વિદ્યુત વહી શકતી નથી ?

ઉ૦ રત્ન, સુકોવાયુ, રેશમ, કાચ, મીણુ, ગંધક, કેરળો, લાખના તાર, સુકાં લાકડાં વગેરે પદાર્થોમાં વિદ્યુત વહેતી નથી માટે એ પદાર્થો અંદવાહક કહેવાય છે.

પ્ર૦ વિદ્યુતનો વ્યાવહારિક કાર્યોમાં શો ઉપયોગ થાય છે ?

ઉં દૂરના દેશોમાં તાર મારશ તે સંદેશ પહોંચાડવામાં; ગાડીઓ, આગગાડીઓ, આગબોટો વગેરે યંત્રો ચલાવવામાં, દીવા સળગાવવામાં, પંખા ચલાવવામાં વગેરે અનેક કાર્યોમાં વિદ્યુતનો ઉપયોગ થાય છે. વળી પાશ્ચાત્ય ડૉક્ટરો કેટલીક જાતના બોહીવિકારના આધિઓ દૂર કરવામાં વીજળીનો ઉપયોગ કરે છે. વિદ્યુત એ અતિ બળવાન શક્તિ હોવાને લીધે તેનો પ્રવાહ શરીરમાં દાખલ કરવાથી તત્કાળ મરણીય છે, તેથી કેટલાક દેશોમાં દેહાંતદંડની શિક્ષા કરવામાં તેનો ઉપયોગ કરે છે.

૧૬. વીજળી.

પ્ર૦ વીજળી અને વિદ્યુત વચ્ચે શો તફાવત છે.

ઉં ધર્ષણ અગર રસાયની સંયોગથી જે શક્તિ ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે તેને વિદ્યુત કહે છે; અને આકાશમાંનાં વાદળોમાં રહેલી બિન્ન બિન્ન જાતની વિદ્યુતો એક બીજા તરફ ખેંચાવાથી ચમકારારૂપે જે અસર આપણને માલમ પડે છે તેને વીજળી કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ વિદ્યુત અને આકાશમાંની વીજળી એ બંને એકજ જાતની છે એવું કાણુ અને કેવી રીતે સાબીત કર્યું.

ઉં એ બંને શક્તિઓ એકજ જાતની છે એમ અમેરિકાના ક્રાંકલિન નામે એક મહાન શોધકે સિદ્ધ કર્યું છે. એ બાબત સાબીત કરવામાં તે કેટલોક વખત નિષ્ફળ નીવડ્યા પછી તેણે એક વખતે પોતાના છોકરાને પતંગ ઉડાડતાં જોયો; તે ઉપરથી તેને સમજાયું કે વાદળોમાંની વીજળી પતંગ વડે નીચે ઉતારી શકાય. આ અનુમાન બંધાયા પછી તેણે પતંગના ઢાંઢાએ તારનો અણીદાર કકડો બાંધી તેને

હયે આકાશમાં ઉડાડયો, અને દોરીને છેડે એક કુંચી લટકાવી. કુંચીએ રેશમનો દોરો બાંધીને ઝાડના ટુંકાને વીંટાળી લીધો. આ પ્રયોગ વખતે તેણે પતંગ હયે આકાશમાં ઉડતો તેમજ તેના ઉપર થઇને વાદળાં પસાર થતાં પણ જોયાં. (પણ દોરો મંદવાહક હોવાને લીધે વીજળીનો પ્રવાહ તેની અંદર ઉતરી શકયો નહિ) તેણે કુંચીએ હાથ મૂકી જોયો, પણ કંઈ અસર માલમ પડી નહિ, તેથી તે ધણું નિરાશ થયો. એવામાં વરસાદના છાંટા પડવાથી દોરી પલળી એટલે તે વિદ્યુત્વાહક થવાને લીધે વીજળી નીચે ઉતરી, અને કુંચીએ હાથ અડકાડતાં તેને આંચકો લાગ્યો તથા આંગળી ને કુંચી વચ્ચે તણખો થએલો પણ જણાયો. આ રીતે તે પોતાની શોધમાં રતેહમંદ થયો.

પ્ર૦ વાતાવરણમાં વીજળી કય ઋતુમાં હોય છે ?

ઉ૦ વીજળી ચોમાસાની ઋતુમાં દૃષ્ટિએ પડે છે, પણ તે હરેક હરેક ઋતુમાં વાદળાંવાળી સ્થિતિમાં તેમજ વાદળાં વગરની સ્થિતિમાં ગમે તેટલી ઉંચાઈએ અને જ્યાં જોઈએ ત્યાં તે ઝોછી અથવા વધારે રહેલી હોય છે.

પ્ર૦ માત્ર ચોમાસાની ઋતુમાં જ કેમ તેની અસર માલમ પડે છે ?

ઉ૦ બીજી ઋતુઓમાં વાદળાં પુરેપુરાં બંધાયેલાં હોતાં નથી તેમજ હવા સુકી હોઇ મંદવાહક હોય છે જેથી વિરૂદ્ધ વિદ્યુત્વાળાં વાદળાં-માંની વિદ્યુતોને મળવાનો પ્રસંગ આવતો નથી, પણ ચોમાસાની મોસમમાં વાદળાં પુરેપુરાં ઘટ્ટ થએલાં હોઇ તેમાં વિદ્યુતો જોયો વિશેષ હોય છે જેથી એક બીજીને ધણા બળથી આકર્ષે છે તેથી જ તેની અસર ઝટ માલમ પડે છે.

પ્ર૦ વાતાવરણમાં એટલી બધી વિદ્યુત્ ક્યાંથી આવતી હશે ?

ઉ૦ દરેક પદાર્થમાં વિદ્યુત્ રહેલી છે, એ પ્રમાણે વાતાવરણમાં

પણ કુદરતી રીતે વિદ્યુત રહેલી હોવી જોઈએ, પણ એ બાબતની ચોક્કસ માહિતી વિદ્વાનો અઘાપિ મેળવી શક્યા નથી.

પ્ર૦ આકાશમાં થતી વીજળીનો દેખાવ કેવો હોય છે ?

ઉ૦ કોઈક વખતે ચમકારો ધણો લાંબો, કોઈ વખતે સર્પાકાર અને કોઈ વખતે ઝાડનાં બોડાં ડાળાં જેવો હોય છે.

પ્ર૦ વીજળી પડવાનું કારણ શું ?

ઉ૦ ચોમાસાની ઋતુમાં વાદળો પૃથ્વીની ધણી નજીક આવી જાય છે તેથી તેમાંની એક પ્રકારની વિદ્યુત પૃથ્વીમાં રહેલી મિશ્ર વિદ્યુત-માંથી વિરૂદ્ધ જતની વિદ્યુતના સમાગમમાં આવે છે ત્યારે વીજળી પડે છે.

પ્ર૦ વીજળી વિશેષે કરીને ક્યાં પડે છે ?

ઉ૦ મોટી ઇમારતો, ઝાડ વગેરે ઉંચી વસ્તુઓ વાદળોની નજીક હોવાને લીધે તેના ઉપર પડે છે, અને તેમાં એ મુખ્યત્વે કરીને જે વસ્તુઓ વિદ્યુતવાહક અને અણીદાર હોય છે તે પર તેને પડવાનો સંભવ વધારે છે.

પ્ર૦ વીજળી પડવાથી શું નુકશાન થાય છે ?

ઉ૦ ઇમારતો, પ્રાણીઓ, વનસ્પતિ કે તેના સંબંધમાં આવનારી હરકોઈ વસ્તુનો નાશ કરે છે.

પ્ર૦ વીજળીથી બચવા માટે શા ઉપાયો કરવામાં આવે છે ?

ઉ૦ વીજળીથી ઇમારતોનું રક્ષણ કરવા માટે તાંબાની પહોળી પટ્ટી લઈ તેનો એક છેડો જમીનમાં ઉડો ઉતારવો અને બીજો છેડો ક્ષો-ખંડનો અણીદાર સળીઓ સાંધી લઈ તે છેડો મહાનથી શુમારે ૧૦ થી ૧૫ ફૂટ ઉંચો રાખવો; ને તાંબાની પટ્ટીને દીવાલની બહારની

આજુએ જડી લેવી. આમ કરવાથી વીજળી ધર પર ન પડતાં સળીઓ વાહક હોવાથી તેમાં થઇ પાધરી જમીનમાં ઉતરી જશે.

પ્ર૦ આકાશમાં ગર્જના થાય છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુતો અસ્પર્શ ધણા જોરથી મળે છે ત્યારે અવાજ ઉત્પન્ન થાય છે, અને તેની સાથેજ ચમકારો (પ્રકાશ) પણ ઉત્પન્ન થાય છે.

પ્ર૦ વીજળીનો ચમકારો દેખાયા પછી ગર્જના સંભળાય છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ પ્રકાશનો વેગ એક સેકન્ડે ૧૮૬૦૦૦ મૈલ છે અને અવાજનો વેગ દર સેકન્ડે ૧૧૦૦ ફુટ છે તેથી પ્રકાશ પહેલો અને પછી ગર્જના સંભળાય છે. કેટલીક વખતે પવનના અતિ વેગને લીધે ગર્જના દૂર ઘસડાઈ જવાથી તે આપણે સાંભળી શકતા પણ નથી.

૧૭. લોહચુંબક અને હોઝાયન.

પ્ર૦ લોહચુંબક એ શી વસ્તુ છે ?

ઉ૦ એ ખનિજ પદાર્થ હોઇ તેમાં લોહાને ખેંચવાનો ખાસ ગુણ હોય છે. તેમજ કુદરતી રીતે લોહચુંબક કે લોહકાંતમાં છે તેવો ગુણ આપણે લોખંડને આપી શકીએ છીએ.

પ્ર૦ બનાવટી લોહચુંબક શી રીતે બનાવાય છે ?

ઉ૦ ગળવેલના કકડા ઉપર ખનિજ લોહચુંબક ધસવાથી ગળવેલમાં લોહચુંબકનો ગુણ આવે છે.

પ્ર૦ લોહચુંબકની અસર લોહા ઉપર શી થાય છે ?

ઉ૦ લોહચુંબકને સોય કે કુંચી જેવી વસ્તુ ચોટી જાય છે તે વખતે તે સોય કે કુંચીમાં પણ ચુંબક ગુણ આવે છે તેથી તેને છેડે બીજી

સોય કે કુંચી વળગી જાય છે, પણ લોહચુંબક સાથેના સંબંધ તોડી નાખતાં તેમાંનો એ ગુણ જતો રહે છે.

પ્ર૦ લોહચુંબક વડે કયા ચમત્કારો બતાવી શકાય છે ?

ઉ૦ યાળીમાં કેટલીક સોયો મૂકી યાળીની નીચે લોહચુંબક આમ તેમ ફેરવવાથી સોયો પણ તે પ્રમાણે યાળીમાં દોડાદોડ કરશે. મદારી લોહો નાનાં પાણીમાં તરી શકે તેવાં રમકડાંની ચાંચમાં અગર મોંના કાઠ ભાગમાં લોખંડની ઝીણી સોય રાખે છે, અને પછી તેને પાણીમાં તરતાં મુકે છે. પછી પોતાના એક હાથમાં લોહચુંબક રાખી તેને આડાઅવળી ફેરવે છે તે પ્રમાણે રમકડાં પાણીમાં દોડાદોડ કરે છે; આથી જોનારને ગમત પડે છે. લોહચુંબકના ગુણવાળી સોયને ખુચના કકડામાં ઘાલી તે ખુચને પાણીમાં તરતો મૂકવાથી તેના બે છેડા સદા ઉત્તર દક્ષિણ રહે છે. તે સોયને ગમે તેમ ફેરવીયું તોપણ તે એજ દિશામાં ફરી જાય છે, પરંતુ તેની નજીક લોહચુંબક લાવવાથી તે કાટખુણે આવી જાય છે.

પ્ર૦ લોહચુંબક ગુણ લોહાના સળીઆમાં કયે સ્થળે રહે છે ?

ઉ૦ એ ગુણ હંમેશ તેના બે છેડા ઉપરજ રહે છે. છેડા સિવાય બીજે સ્થળે લોહાનો વહેર કુંચી કે સોય ધરીયું તો તે આકર્ષાશે નહિ.

પ્ર૦ લોહચુંબકના ગુણવાળી સોયમાં ઉત્તર દક્ષિણ રહેવાનો ગુણ છે તેનો વ્યવહારમાં શો ઉપયોગ થાય છે ?

ઉ૦ એ ગુણનો ઉપયોગ કરી હોકાયંત્રો બનાવવામાં આવે છે. જેથી તે યંત્રની મદદથી ઉત્તર અને દક્ષિણ દિશા શોધી શકાય છે.

પ્ર૦ હોકાયંત્રની બનાવટ સમજાવો.

ઉ૦ એ યંત્ર બનાવવામાં ધાતુની એક ચળકતી ગોળ કાચના ઢાંકણવાળી દામડી, દિશાઓ તથા ખૂણાઓનાં નામ લખેલો જડો

કાગળ, અને ચુંબકગુણવાળી સોય એ ત્રણ વસ્તુઓની જરૂર પડે છે. કાગળને દાબીથી બાંધે જડવામાં આવે છે તેની વચમાં એક કીણી ધરી રાખી તેના ઉપર ચુંબક ગુણવાળી સોય એવી રીતે ખાંચ પાડીને જડવામાં આવે છે કે તે સહેલાઈથી ગમે તેમ ફરી શકે. આ પ્રમાણે તૈયાર થએલા યંત્રને હોકાયંત્ર કહે છે.

પ્ર ૭ હોકાયંત્રનો ઉપયોગ સમજાવો.

ઉ ૦ વહાણવડીઓ જ્યારે ભરદરીઆમાં મુસાફરી કરતા હોય છે ત્યારે અન્નપૂજા પ્રદેશમાં તેમને દિશાનું જ્ઞાન રહેતું નથી. સૂર્ય, ચંદ્ર, તારા વગેરેની મદદથી દિશા સમજાય, પરંતુ જ્યારે આકાશ વાદળો વાળું હોય છે, રાત્રી અંધારી હોય છે અથવા કોઈક સ્થળે પુષ્કળ ધુમસ હોય છે ત્યારે આકાશી પદાર્થો જ્ઞેય શકતા નથી. તે વખતે દિશા ઓળખી શકાતી નથી. આવી સ્થિતિમાં આ યંત્ર તેમને ઉપયોગી નીવડે છે. તેના વડે દિશાનું જ્ઞાન થવાથી પોતાને ધારેલે સ્થાને જઈ શકાય છે.

પ્ર ૮ હોકાયંત્રનો ઉપયોગ કરવાની રીત સમજાવો.

ઉ ૦ સોયનો ઉત્તર તરફ રહેનારો અર્ધ ભાગ સહેજ કાળો હોય છે, અને બીજો અર્ધ ભાગ ચળકતો હોય છે. હવે જ્યારે દિશા જ્ઞેવી હોય છે, ત્યારે દાબીને ફેરવીને સોયના કાળા છેડા નીચે કાગળમાં ઉત્તર દિશા લખેલું સ્થળ લાવે છે જ્યાં બીજી બધી દિશાઓ માલમ પડી આવે છે. કાર્ડબોર્ડ ઉપર દિશાઓ માટે ગુજરાતી શબ્દો વાપરેલા હોતા નથી, પણ અંગ્રેજી ભાષાના શબ્દો લખેલા હોય છે. અંગ્રેજીમાં પૂર્વ, પશ્ચિમ, ઉત્તર અને દક્ષિણ એ શબ્દોને બદલે અનુક્રમે ઇસ્ટ, વેસ્ટ, નોર્થ અને સાઉથ એ શબ્દો વપરાય છે. પતા. ઉપર એ આખા શબ્દો ન લખતાં તે શબ્દોના પહેલા અક્ષરો લખે-

લા હોય છે. 'ઇસ્ટ' ને સ્થળે E, 'વેસ્ટ' ને સ્થળે W, 'નોર્થ' ને સ્થળે N અને 'સાઉથ' ને સ્થળે S લખેલા હોય છે. જેથી દિશા એવી હોય ત્યારે સોયના કાળા ભાગ નીચે N લાવવામાં આવે છે.

પ્ર૦ લોહચુંબકનાં જુદાં જુદાં નામ કહો.

ઉ૦ ચુંબક, લોહચુંબક, લોહકાંત, ચમક્યાણ, વગેરે નામ છે.

પ્ર૦ લોહચુંબકની ઉત્પત્તિ કયા દેશોમાં છે ?

ઉ૦ લોહચુંબકના પથર સ્વીડન, એશિઆમૈનર, ચીન વગેરે સ્થળે મળી આવે છે. હાલમાં ગજવેલ લોહામાં ચુંબકનો ગુણ દાખલ કરી તેનો જ બહુધા ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

પ્ર૦ હોકાયંત્રની શોધ કોણે કરી ?

ઉ૦ મેગ્નેટસ્ટોન (લોહચુંબકના પથર) માં આકર્ષણ શક્તિ અને તેની શોધ ગ્રીક અને ચીના લોકોએ કરી છે; પણ હોકાયંત્રની અણીઓ સદા ઉત્તર દક્ષિણ રહે એ શોધનું માન 'રાજર બેકન' નામના વિદ્વાનને ઘટે છે. એ વિદ્વાને એ તત્ત્વ સિદ્ધ કર્યા પછી હોકાયંત્ર બનાવવામાં આવ્યાં છે.

૧૮ હવાની ઘટના.

પ્ર૦ હવાની ઘટના એટલે શું ?

ઉ૦ હવાનું બંધારણ અથવા હવામાં કયાં કયાં દ્રવ્યો બળેલા છે તે.

પ્ર૦ હવામાં કયા કયા પદાર્થો મળેલા છે ?

ઉ૦ ઓકિસજન અથવા પ્રાણવાયુ અને નૈટ્રોજન એ બે મુખ્ય છે. એ ઉપરાંત કાર્બોનિક એસિડ ગ્લાસ, પાણીની વરાળ, આર્ગોન, એમોનિયા, નૈટ્રિક એસીડ વગેરે પદાર્થોનું હવામાં થોડું પ્રમાણ છે.

વળી એ વસ્તુઓ સિવાય સેન્દ્રિય જંતુઓ તથા ધુળની અને બીજા પદાર્થોની ઝીણી રજકણો વગેરે બીજો કયરો હવામાં ઘણીવાર દીઠામાં આવે છે.

પ્ર૦ હવામાં રહેલાં દ્રવ્યોનું પ્રમાણ કહો.

ઉ૦ હવાના મુખ્ય બે ઘટકો ઓક્સિજન અને નૈટ્રોજન ૧:૪ ના પ્રમાણમાં છે, પાણીની વરાળ સાધારણ રીતે ૧ થી ૧૧૧ ટકા જેટલી હોય છે, આર્ગોન નામનો નવો શોધેલો વાયુ હવામાં એક ટકા જેટલો છે, અને કાર્બોનિક એસિડ ગ્રાસનું પ્રમાણ ૦.૫ ટકા હોય છે, બાકીનાં દ્રવ્યો એથીએ જુજ પ્રમાણમાં રહેલાં છે.

પ્ર૦ હવામાં ઓક્સિજન કેટલો છે તે પ્રયોગદ્વારા સમજાવો.

ઉ૦ લોઢાનો થોડો વહેર લઈ તેને મલમલની કાચળીમાં ભરી કાચના સળીઆને છેડે તે બાંધીએ. કાચળીને બીની કરી તેનો છેડો નીચે રહે એવી રીતે સળીઆને ખાલી સીસામાં મૂકીએ. પછી કાચની છાછર રકાબીમાં પાણી ભરી તેમાં સીસો ઉંધો મૂકીએ, ખરે-ખરે જોતાં સીસો ખાલી ન હોતાં તેમાં વા છે. એ વા પાણીને લીધે બહારના વાથી વીખુટો પડેલો છે. થોડા દિવસ પછી પાણી સીસામાં ચઢેલું અને થોડો વા ઓછો થએલો જણાશે. એ પાણીને માપી જોઈશું તો સીસામાં જેટલો વા માઈ શકે તેના પંચમાથ જેટલું થશે. એ પરથી જણાય છે કે પાંચમા ભાગ જેટલો વા ઘટ્યો છે. વળી લોઢાના વહેરને કાટ ચઢેલો દીઠામાં આવશે. કાટ ચઢવાનું કારણ એ છે કે સીસામાંના વાયુ માંહેલો ઓક્સિજન લોઢાના વહેરમાં ગયો. એજ કારણથી વા ઓછો થઈ સીસામાં પાણી ચઢ્યું.

પ્ર૦ એ પ્રયોગ ઉપરથી શું જણવામાં આવ્યું ?

ઉં હવાના અમુક જથામાં ઓક્સિજનનું પ્રમાણ ૧ છે; અને હવામાંના ઓક્સિજનને લીધેજ ધાતુઓ કટાય છે. કટાવું, અને કહોવું એ પણ ધીમે ધીમે થતું દહનજ છે.

પ્ર૦ હવાના સાધારણ ઉષ્ણતામાને પણ ઓક્સિજન સાથે વધારે સહેલાઈથી ભળી જાય અને પ્રયોગ જટ થઈ શકે એવો પદાર્થ કયો ?

ઉં ફાસ્ફરસ.

પ્ર૦ ફાસ્ફરસ શું છે ?

ઉં હાડકાંમાંથી નીકળતો જટ સળગી ઉઠે એવો એક પદાર્થ છે.

પ્ર૦ એ સળગી ઉઠે છે તેનું કારણ શું ?

ઉં અતિશય જ્વાળગ્રાહી હોવાને લીધે હવાના સાધારણ ઉષ્ણતામાને પણ તેનો હવામાંના ઓક્સિજન સાથે રસાયની સંયોગ થાય છે.

પ્ર૦ ત્યારે જળની રાખવા માટે શું કરવું જોઈએ ?

ઉં કાચની શીશીમાં પાણી ભરી તેમાં એને રાખવો પડે છે.

પ્ર૦ પાણીમાંથી એને શી રીતે બહાર કાઢી શકાય ?

ઉં હાથે વતી કાઢીએ તો કોરો પડતાની સાથેજ હાથની ગરમીથી સળગી ઉડી હાથ બાળી નાખે છે. તેનો જખમ શરીર ઉપર જખરો થાય છે, માટેજ તે શરીરે ન અડકે તેની બહુ કાળજી રાખી ચીમટી વડે કાઢવામાં આવે છે.

પ્ર૦ ફાસ્ફરસનો પ્રયોગ સમજાવો.

ઉં છાજર રકાબીમાં પાણી ભરી તેમાં દાખડીનું એક ઢાંકણું તરતું મૂકો, પછી તેમાં શાહીચૂસ કાગળ વડે કોરી પાડેલી વટાણા જેટલી એક ફાસ્ફરસની કકડી મૂકો, આમ કરવાથી આપોઆપ ફાસ્ફરસ સળગી ઉઠશે. જો પૂરેપૂરો કોરો ન પડ્યો હોય તો તેને

દીવાસળી વડે સળગાવવો જોઈએ. પછી તરતજ તેના ઉપર નીચેથી ખુલ્લો અને ઉપરથી સળજડ ખુચ મારેલો હોય તેવો એક શીશો મૂકવો. થોડા વખતમાં ફેસફરસ હોલવાઇ જશે, અને શીશો ધૂમાડાથી ભરાઇ જશે. ત્યાર પછી શીશાને ઠંડો પાડવા સાર તેના ઉપર ઠંડું પાણી રેડવું. શીશો ઠંડો પડવાથી તેમાંનો ધુમાડો પાણીમાં ઠરી જશે, અને વાતાવરણ ઠંડું પડી સંકોચાશે. આથી રકાબીમાંનું પાણી શીશામાં ઉંચું ચઢશે. સંભાળપૂર્વક માપ લઇશું તો જણાશે કે શીશામાં $\frac{1}{4}$ ભાગ જેટલું પાણી ઉંચું ચઢી $\frac{3}{4}$ ભાગ ખાલી રહેશે.

પ્ર૦ એ પ્રયોગ ઉપરથી શું શીખ્યા ?

ઉ૦ ફેસફરસ બળવાથી હવામાંનો ઓક્સિજન ખપી ગયો અને તેની જગા રકેબીમાંના પાણીએ લીધી. ધીની ખાલી શીશાનું માપ લેવાથી જણાયું કે હવાના એકંદર જથ્થામાં ઓક્સિજન પાંચમા ભાગનો છે.

પ્ર૦ તારે આંધેલી મીણખત્તીને શીશાનો ખૂચ ઉઘાડી અંદર મૂકવાથી શું થાય છે ?

ઉ૦ હોલવાઇ જાય છે.

પ્ર૦ શા કારણથી ?

ઉ૦ ઓક્સિજન નહિ મળવાથી.

પ્ર૦ હવે બરણીમાં ખાલી ભાગમાં શું રહ્યું હશે ?

ઉ૦ હવાનો બીજો ઘટક નૈટ્રોજન છે.

પ્ર૦ મીણખત્તીવડે તપાસતાં નૈટ્રોજનમાં કયો ગુણ જણાયો ?

ઉ૦ એ વાયુ દહનને આપતો નથી.

પ્ર૦ એ ઉપરાંત એનાં ખાસ લક્ષણ કયાં છે ?

ઉ૦ તેમાં કોઇ પ્રાણી જીવી શકતું નથી. તેનું કારણ નૈટ્રોજન જાતે

ઝેરી નથી પરંતુ ઓક્સિજનના અભાવેજ તે મરી જાય છે, વળી નૈટ્રોજન એ શાંત વાયુ છે, તેથી કોઈ પદાર્થ સાથે સંલેલાઈથી વળી જતો નથી. એમાં સ્વાદ અને વાસ નથી.

પ્ર૦ ફોસ્ફરસના પ્રયોગ વખતે ખરણીમાં જે ધુમાડો બરાયો હતો તે કયા કયા પદાર્થોનું મિશ્રણ હશે ?

ઉ૦ ફોસ્ફરસ અને ઓક્સિજનનું રસાયની મિશ્રણ.

પ્ર૦ એમાં કયો ગુણ છે ?

ઉ૦ એ ઝેરી વાયુ હોઈ પ્રાણીને ગુંગળાવી નાખે છે. તેથી તે દમમાં ન જાય તેની કાળજી રાખવી.

પ્ર૦ લાકડાં બાળવાયો કયો વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે ?

ઉ૦ જેમાં જેમાં કાર્બન રહેલો છે તેની દહનક્રિયાથી કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસ ઉત્પન્ન થાય છે. લાકડાં, કોયલા, મીણખત્તી, દીવેલ, તેલ, ફોસિન વગેરેમાં કાર્બન હોવાથી તેના દહનથી કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસ ઉત્પન્ન થાય છે.

પ્ર૦ ફોસ્ફરસને બદલે કપુર કે મીણખત્તી વડે પ્રયોગ સિદ્ધ થાય કે નહિ ?

ઉ૦ તેના વડે કામ ચલાડિ પ્રયોગ થઈ શકે ખરો, પણ તેના દહનથી ખરણીમાં કાર્બોનિક એસિડ વાયુ ઉમેરાય તેથી પ્રમાણમાં ફેર પડી જાય.

૧૯. હવામાંના વાયુના ગુણ.

પ્ર૦ વાતાવરણ કયા કયા વાયુઓનું બનેલું છે ?

ઉ૦ ઓક્સિજન, નૈટ્રોજન, કા૦ એ૦ ગ્યાસ અને પાણીની

વરાળ; એ ઉપરાંત હૈડ્રોજન, આર્ગોન, અમોનિયા, નૈટ્રિક એસિડ વગેરે જીવ પ્રમાણમાં હવામાં રહેલા છે.

૫૦ ઓક્સિજન મેળવવાની રીત કહો.

ઉ૦ મેંગેનીઝ ડાયોકસાઇડ અને પોટેશ્યમ ક્લોરેટ સરખા પ્રમાણમાં થોડા થોડા લઇ એક તાંબાના વાસણમાં ભરી ખૂબ તપાવવાથી તેમાંથી ઓક્સિજન નીકળશે. એ વાયુને ભેગો કરવા માટે વાસણમાંથી નીકળતો વાયુ એક નળીદ્વારા પાણી ભરેલા વાસણમાં લઇ જવો અને તે નળીનો ખીજો છોડો પાણીની અંદરજ રાખી તેના ઉપર પાણી ભરેલી શીશી ઉંધી મૂકવી. આમ કરવાથી નળીમાં થઇ આવતો વાયુ શીશીમાં દાખલ થશે, અને તેમાંનું પાણી ખાલી થતું જશે. એ પ્રમાણે શીશીમાંનું પાણી તદ્દન ખાલી થઇ જાય એટલો ઓક્સિજન તેમાં દાખલ થવા દેવો. એ શીશી પાણીમાંથી ઉંધીને ઉંધીજ બહાર કાઢવી. કેમકે જો શીશીને ચતી કરવામાં આવે તો વાતાવરણ કરતાં ઓક્સિજન હલકો હોવાથી શીશીમાં ન રહેતાં બહાર નીકળી જશે.

૫૦ ઓક્સિજનના ગુણ કહો.

ઉ૦ ઓક્સિજનની શીશીમાં ધગધગતો અંગારો ધરીશું તો તેનો બડકો થઇ ધણી ઝડપથી અને ઝગઝગ બળશે. એજ પ્રમાણે હરકોઇ વસ્તુ વાતાવરણમાં બળે છે તેના કરતાં ઓક્સિજનમાં વધારે ઝડપથી અને ચળકાટથી બળે છે. જો વાતાવરણમાં ઓક્સિજન ન હોત તો કોઇ પણ પદાર્થ બળી શકત નહિ. એ વાયુ રંગ વગરનો હોઇ તેમાં સ્વાદ કે વાસ નથી. એ વાયુ જાતે બળતો નથી, પરંતુ સધળી દહન-ક્રિયા એના વડેજ ચાલે છે. વળી ઓક્સિજન ધણી અંચળ પ્રકૃતિનો હોઇ પદાર્થો સાથે ધણી સહેલાઇથી બળી જાય છે. ધાતુઓ સાથે તેના

મળવાથી ધાતુઓ કટાષ્ટ જાય છે. કટાવું, કહોવું, શ્વસનક્રિયા વડે લોહીનું શુદ્ધ થવું એ પણ ધીમાં દહનજ છે. ઓક્સિજનનો ઘણો ભાગ તેની એ અંચળ પ્રકૃતિને લીધે ખીજાં દ્રવ્યો સાથે સંયોજનયક્ષેણ રહે છે. વાતાવરણમાં જે ઓક્સિજન છે તેમજ પાણીની અંદર જે ઓક્સિજન ઓગળેલો છે તેજ માત્ર છુટો છે. એ તેના એકંદર જથાનો શુમારે વીસ લાખમો ભાગ છે. જે ઓક્સિજન એથી વધારે છુટો હોત તો અતિશય ગરમ હોવાને લીધે પ્રાણી કે વનસ્પતિ ટકી શકત નહિ તેમજ સઘળા ધન અને પ્રવાહી પદાર્થો વાયુરૂપ સ્થિતિમાં આવી જાત.

પ્ર૦ નૈટ્રોજન મેળવવાની રીત કહો.

ઉ૦ બાંધ ખરણીમાં ફેરફારસની કડકી બાળવાથી એ વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. ઓક્સિજનની માફક એ પણ હલકો વાયુ હોવાથી ઊંધી રાખેલી શીશીમાંજ રહી શકે છે.

પ્ર૦ નૈટ્રોજનના ગુણ કહો.

ઉ૦ એ વાયુ અતિશય શાંત છે તેથી ખીજા પદાર્થો સાથે ઝટ મળી જતો નથી. એ વાયુ જાતે ઝેરી નથી, પરંતુ ઘણાખરા ઝેરી પદાર્થોમાં તે રહેલો છે. નૈટ્રોજન ભરેલી શીશીમાં જીવતા પ્રાણીને મુકવાથી તે મરી જાય છે તેનું કારણ માત્ર તે શીશીમાં ઓક્સિજનનો અભાવ એજ છે. એ વાયુ જાતે બળતો નથી તેમજ દહનક્રિયાને મદદ કરતો નથી, પણ ઓક્સિજન સાથે મળી તેને શ્વસનક્રિયા માટે યોગ્ય બનાવે છે. પ્રાણી અને વનસ્પતિનાં અંગ રચવામાં અને તેને પોષણ આપવામાં તે ઘણો ઉપયોગી છે. એ વાયુ જડ હોષ એને રંગ, સ્વાદ કે વાસ નથી.

પ્ર૦ કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસ મેળવવાની રીત કહો.

ઉ૦ એક કાચના પ્યાલામાં થોડો ચાકનો ભુકો નાખી તે ઉપર મીઠાનો તેજા રેડવાથી તેમાંથી કાર્બોનિક એસિડ વાયુ નીકળશે. એ વાયુ ભારે હોવાથી પ્યાલામાંજ બરાબ રહેશે.

પ્ર૦ કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસના ગુણ કહો.

ઉ૦ એ વાયુ બધા વાયુઓમાં ભારે હોવાથી પૃથ્વીની સપાટીએ વધારે રહે છે, તેમજ બંધીઆર જગાઓમાં, ટાંકાં, ભોંયરાં ખાલી કુવા વગેરે અવાવર સ્થળોમાં એકઠો થઈ રહે છે. કા૦ એ૦ વાયુ ઝેરી હોવાથી તેનો દમ લેતાં પ્રાણી તરતજ મરણ પામે છે. વાતાવરણમાં એનું પ્રમાણ વધી જાય છે ત્યારે તેની અસરથી માથું ચઢી આવે છે. એને રંગ કે વાસ નથી, પરંતુ સ્વાદે ખટાશ પડતો છે. એ વાયુ ભારે હોવાથી પાણીમાં ઓગળી જાય છે, અને તેથીજ તેને પાણીમાં યંત્રોવડે વિશેષ પ્રમાણમાં ઓગળીને સોડાવોટર, લે-મોનેડ વગેરે બનાવવામાં આવે છે. એ વાયુ પડે બળતો નથી તેમજ બળતા પદાર્થ ઉપર રેડવાથી તેને બુઝાવી નાખે છે. તે ભારે હોવાથી એક વાસણમાંથી બીજામાં રેડી શકાય છે, અને એજ કારણથી તે થતા વાસણમાં રહી શકે છે. એમિશ્ર પદાર્થ હોઈ કાર્બન અને ઓક્સિજનનો બનેલો છે. પ્રાણીને તે હાનિકારક છે. પરંતુ વનસ્પતિને ઘણો ઉપયોગનો છે. જ્યારે સર્વ પ્રકારના હોય ત્યારે છોડવા અને વિશેષ કરીને તેમનાં પાંદડાં પોતાના અંગ રચવા માટે આ વાયુમાંથી કાર્બન લે છે, અને બીજાં તત્ત્વ જે ઓક્સિજન છે તેને છોડી દે છે. પ્રાણીઓ શ્વાસમાં હવામાંનો ઓક્સિજન લે છે, અને ઉચ્છ્વાસમાં કા૦ એ૦ ગ્યાસ કાઢે છે. આ પૂર્તિ કરનારી ક્રિયા બંનેને લાભકારી છે; અને એક એકને મદદ કરવાનું ઉત્તમ ઉદાહરણ છે.

પ્ર૦ એક ટેબલ પર ઓક્સિજન, નૈટ્રોજન, કા૦ એ૦ ગ્યાસ, પાણીની વરાળ, હૈડ્રોજન ક્લોરૈન, કોલગ્યાસ, એમોનિયા વગેરે જુદા જુદા વાયુથી ભરેલાં વાસણો પડ્યાં છે તેમાંના વાયુ શી રીતે પારખી શકાય ?

ઉ૦ પ્રથમ તો સર્વ વાયુઓમાં કા૦ એ૦ વાયુ ભારે હોવાથી ઉંધાં વાળેલાં પાત્રોમાં તે રહી શકતો નથી, તેથી એ વાયુ ભરેલાં પાત્રો ચતાં હોવાં જોઈએ. આ પ્રમાણે ચતાં મૂકેલાં પાત્રોમાંના કયામાં એ વાયુ છે અને કયામાં સાધારણ વાતાવરણ છે તે તપાસવા માટે સજગતી મીણબત્તી લઈ તેમાં ધરી જોવી. જે હવામાં બળી શકે છે તેવીજ રીતે તે બળી શકે તો પાત્રમાં વાતાવરણજ છે અને હોલ-વાઈ જાય તો કા૦ એ૦ વાયુ છે એમ સમજવું. અથવા નીતર્યું ચૂર્ણજળ રેડવાથી જે વાસણમાં દુધ જેવું ધોળું થઈ જાય તેમાં કા૦ એ૦ વાયુ છે એમ સમજવું.

કોલગ્યાસ અને ક્લોરૈન, અને રંગે પીળચટા હોવાથી બીજા વાયુથી એ ઝટ ઓળખાઈ આવે છે. પરંતુ તેમાંના કોલગ્યાસ કયો અને ક્લોરૈન ગ્યાસ કયો એ જાણવા સાર એક ઘોડનાળ આકારની કાચની નળી લઈ તેનો એક છેડો ઉંધા રાખેલા વાસણમાં રાખી બીજે છેડે સજગતી મીણબત્તી ચાંપવાથી નળીમાંથી આવતો વાયુ બળી શકે તો તે વાસણમાં કોલગ્યાસ છે એમ સમજવું; અને બળી ન શકે તે વાયુ ક્લોરૈન જાણવો.

ક્લોરૈન, એમોનિયા અને કોલગ્યાસની કડક વાસ આવે છે; પરંતુ તેમાંના કોલગ્યાસ બળી શકે એવો વાયુ છે. ક્લોરૈન પીળચટો વાયુ છે, અને એમોનિયા રંગહીન છે. તેથી તેઓ પરખાઈ આવે છે.

હવે બાકી રહેલાં પાત્રો ઉંધાં મુકેલાં હશે તે દરેક તેવીજ સ્થિતિમાં ઉંચા કરી માંહે સળગતી મીણુબત્તી ધરવી. સાધારણ વાયુમાં બળી શકે છે તેના કરતાં વધારે ઝગઝગાટ રીતે મીણુબત્તી જે વાસણમાં બળી શકે તેમાં ઓક્સિજન વાયુ બરેલો છે એમ સમજવું.

નૈટ્રોજન દહનને મદદ કરતો નથી તેથી ઉંધાં રાખેલાં વાસણો પૈકી જે વાસણમાં મીણુબત્તી ધરવાથી હોલવાઇ જાય તેમાં નૈટ્રોજન છે એમ સમજવું. વળી એ વાયુ વડે ચૂર્ણજળ ધોળું દૂધ જેવું થશે નહિ.

પાણીની વરાળ અદૃશ્ય હોઇ હવામાં વધારેમાં વધારે ૪ ટકા સુધીજ રહી શકે છે. એથી વધારે પ્રમાણમાં હોય તો ઘટસ્પ ધારણ કરી ધુમાડા જેવી દેખાય, અને એથી ઘટ થવાથી પ્રવાહી રૂપમાં આવી જાય છે. માટે તેને ઘટસ્પમાં લાવવા સારૂ પાત્રો ઉપર અને આળ્લુબાળ્લુ તરફ મૂકી જેવાથી વરાળ હોવાની ખાતરી થશે. વરાળ-વાળા વાસણમાં તેની અંદરની બાળ્લુએ પાણીનાં ટીપાં ગંધાઇ જશે.

હૈડ્રોજન વાયુમાં બળતો પદાર્થ હોલવાઇ જાય છે. પરંતુ તે જાતે સપાટીએ બળી શકે એવો વાયુ હોવાથી એક ધોડનાળ આકારની નળીનો એક છેડો ઉંધા ખાલામાં રાખી બીજો છેડો દીવાસળી ચાંપવાથી કોલગ્યાસની માફક બળવા લાગે તો તે વાસણમાં બરેલો વાયુ હૈડ્રોજન છે એમ સમજવું.

૨૦ કાળજી, ખરોળ અને મુત્રપિંડ.

પ્ર૦ શરીરમાં પેટનું સ્થાન કયું ?

ઉ૦ છાતીની નીચેની બપોલ ઉદર કહેવાય છે. ઉદર અને છાતી વચ્ચે ઉદરપટલ નામનો સ્નાયુનો પડદો રહેલો છે.

પ્ર૦ જેને ઉદર અથવા પેટ કહીએ છીએ તેમાં કયા કયા અવયવો રહેલાં છે ?

ઉ૦ (૧) જઠર, (૨) નાનાં અને મોટાં આંતરડાં, (૩) કલ્મેજી કે કાળજી, (૪) બરોળ, (૫) માંસગોળ અને (૬) મૂત્રપિંડ. આ અંગોમાંના જઠર અને નાનાં મોટાં આંતરડાં પાચનક્રિયાને પ્રત્યક્ષ મદદ કરે છે, અને બાકીનાં જંગો પરોક્ષ મદદ કરે છે.

પ્ર૦ કાળજી શરીરના કયા સ્થળે રહેલું છે ?

ઉ૦ જઠરની જમણી બાજુએ પાંસળીઓની નીચે જ્યાં નાનાં આંતરડાંનો આરંભ થાય છે ત્યાં એ આવેલું છે. તેનો મોટો અને નાનો એવા બે ભાગ છે, નાનો ભાગ શરીરના ડાબા પડબા બાજુ ગયેલો છે.

પ્ર૦ કાળજી અગર પિત્તાશયનું કદ કેટલું હશે ?

ઉ૦ એ અંગ માંસના ગોળા જેવું હોય પુખ્ત ઉંમરના માણસના કાળજીનું વજન શુમારે ૩૫ પૌન્ડનું છે. તે બાર ઈંચ લાંબું હોય છે.

પ્ર૦ કાળજીનો દેખાવ કહો.

ઉ૦ એને જોઈ શકીએ તો તેનો રંગ રતુમડો ભુરો જણાશે. બહારનું પાસું લીલું અને ચપટું છે. માંહેલું પાસું ખરબચડું અને અસમાન છે. તેની અંદર નસો ગઝેલી છે, અને તેમાંથી નસો નીકળેલી છે. એ સર્વ અંગોમાં વધારે આશ્ચર્યકારક અને રસુજી હોઈ નાના નાના કોષોનો બનેલો માંસનો ગોળો છે. એ કોષોના આકાર વિચિત્ર છે. કોષોના પ્રત્યેક ભાગમાં પાચનક્રિયાને લગતું ઉપયોગી કાર્ય થાય છે.

પ્ર૦ કાળમાં પિત્ત બનવાની ક્રિયા કેવી રીતે થાય છે ?

ઉં કાળજમાં ઉપલી બાજુ એ મુખ છે, તેનો સંબંધ જઠર સાથે થએલો હોય છે. એ મુખદ્વારા જઠરમાંની વસ્તુ કાળજમાં આવે છે. જઠર માંહેલા ખોરાકમાંથી લીધેલું વધારાનું માતખર લોહી એક માર્ગે થઇ અંદર જાય છે. એ લોહી કાળજના નાના કોષોમાં જઇ બદલાઇને તેનું પિત્ત બને છે. કાળજનું આ કાર્ય અટક્યા સિવાય નિરંતર ચાલ્યાં કરે છે, માટે આવું સખત કામ કરવાને કાળજને ખોરાક મળવો જોઇએ. એ ખોરાક તાજુ લોહી છે. તે બીજી રસ્તે હૃદયમાંથી આવે છે. આ પ્રમાણે કોષોની મદદથી તૈયાર થએલું પિત્ત કાળજની નીચેના એક દ્વાર વાટે બહાર નીકળી એક કોથળીમાં ભેગું થાય છે, તેને પિત્તની કોથળી કહે છે. બીજા એક દ્વારવાટે વધેલું માતખર લોહી બહાર નીકળી નાનાં આંતરડાંમાં પહોંચે છે.

પ્ર૦ પિત્ત પાચનક્રિયામાં કેવી રીતે મદદ કરે છે ?

ઉં પિત્તની કોથળી ઘણી લાગણીવાળી છે તેથી ખોરાકનો નરમ થએલો લોંદો જઠરમાંથી આંતરડાંમાં જાય છે કે તરતજ સંદેશો પહોંચવાથી એ કોથળી ઉઘડી જાય છે એટલે પિત્ત નીકળે છે. એજ વખતે પેટની બપોલમાં જઠરની નીચે રહેલા માંસગોળ નામના અવયવમાંથી માંસરસ આવી ખોરાકના લોંદા સાથે બળે છે, અને તેની સાથે પિત્તરસ મળે છે, તેથી ચરબી અને તેલવાળા પદાર્થને આગાળી પાચનક્રિયાને મદદ કરે છે.

પ્ર૦ કાળજનું પિત્ત ઉત્પન્ન કરવા ઉપરાંત બીજાં કયાં કાર્યો કરે છે ?

ઉં શર્કરા, ચરબી, ઇત્યાદિ કેટલાક પદાર્થોનો તે મોટો ખજાનો છે. અતિ માતખર લોહીમાંથી એ પદાર્થો લઇ ખપ પડે છે તેમ લોહીને તે પાછા આપે છે, વળી બીજી પુષ્કળ ક્રિયા જોડે એનો સંબંધ છે, પરંતુ તે વિષે હજી પુરેપુરી માહિતી મળી નથી.

પ્ર૦ અમુક માણસને પિત્તનું દર્દ થયું છે એમ કહીએ છીએ તેનો અર્થ શો ?

ઉ૦ ક્ષેત્રએ ધણું કરીને હદ ઉપરાંત કામ કર્યાથી પિત્તની કાથળીમાં પિત્ત વધી પડયું હોય છે, અને તેને લીધે બેચેની વગેરે પીડા યાય છે તેને પિત્તનું દર્દ કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ કાળજીને નુકશાન શાથી પહોંચે છે ?

ઉ૦ ખીર નામનો દારૂ અથવા બીજી કોઈ જાતનો મદીરા પીવાથી અને કેટલીક જાતનાં બગડેલાં માંસ તેમજ તમાકુ જેવાં કેટલાંક બ્યસનોથી કાળજીની નાળુક પેશીઓની બારે ખરાબી થઈ એ અવયવના ગંભીર રોગો ઉત્પન્ન થાય છે.

પ્ર૦ બરોળ કે પ્લીહા શરીરના કયા સ્થાનમાં રહેલું છે ?

ઉ૦ એ અવયવ જઠરના ડાબા છેડાની થડમાં આવેલો છે.

પ્ર૦ બરોળનું કાર્ય શું છે ?

ઉ૦ એ લોહીને ક્ષેત્રમાં મોકલે છે તેથી જો બરોળ બગડે તો ક્ષેત્રનું કાર્ય ધીમું પડી પાચનક્રિયાને હરકત પહોંચે છે. એ અવયવના કાર્યની ઝાઝી માહિતી મળી નથી, કહે છે કે લોહીના ઘટકો સાથે એનો સંબંધ છે.

પ્ર૦ બરોળના દેખાવનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ ખોરાકને બદલીને તેનું લોહી બનાવવામાં જે ગોળા મદદ કરે છે તેમાંનો આ એક અર્ધા પૌન્ડનો ગોળો હોય તેનો રંગ જાંબુઓ છે. તેનો કુમાશ્વ ધટ્ટ છે, અને તે ધણું નાળુક અંગ છે. તેનું કદ હથેલી જેટલું હોય છે.

પ્ર૦ બરોળને નુકશાન શાથી પહોંચે છે ?

ઉ૦ એ અંગ ધણું નાળુક હોવાથી મેક્સેરિઆ નામે ઝેરી તાવમાં

તે કુલે છે. બરોળ મોટી થાય છે તે વારે તે ફાટી જવાનો સંભવ છે. એ ફાટવાથી મરણ થાય છે.

પ્ર મૂત્રપિંડના દેખાવનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ એ બે નાના અવયવોનો આકાર શીંગના જેવો છે. એની લાંબાઈ શુમારે બે ઇંચ છે. તેઓ કોષો અને નળીઓ એક્ટી થઈને બનેલા ગોળા છે.

પ્ર૦ શરીરમાં મૂત્રપિંડનું સ્થાન કહો.

ઉ૦ મૂત્રપિંડ પેટના નીચલા અને પાછલા ભાગમાં આવેલા હોઇ બરડાની કરોડને દરેક પડખે છેલ્લી પાંસળીની નીચે રહેલા છે. તેમની અંતર્ગત અથવા પોલી બાજુઓ પીઠ બણી વળેલી છે.

પ્ર૦ મૂત્રપિંડનું કાર્ય સમજાવો.

ઉ૦ તેમનું કામ લોહીમાંનો મુતર નામે પ્રવાહી કયરો જુદો પાડવાનું છે, એ કયરો એક લાંબો નળી દરેક મૂત્રપિંડ કે શુરદામાંથી નીકળી પેટની બંને બાજુએથી નીચે કાથળીમાં ઉતરે છે તે તેમાં જાય છે. એ કાથળીમાં મુતર એકઠું થઇ વખતે વખતે બહાર નીકળે છે. મૂત્રપિંડની એ નળીઓ શુમારે એક ફુટ લાંબી હોય છે.

પ્ર૦ મૂત્રપિંડને નુકસાન ક્યારે પહોંચે છે ?

ઉ૦ મહેનત કર્યા પછી મૂત્રપિંડને પવન નહિ લાગવા દેવાની સંભાળ રાખવી, કેમકે તેમને ઝટ શરદી લાગવાનો સંભવ છે. એવી શરદીથી દુઃખદાયક અને રોગસીઆ રોગો થઇ ઘણીવાર મરણ નીપજે છે.

૨૧. સૂર્ય.

પ્ર૦ સૂર્યમાંથી પ્રતિક્ષણે ઉજ્જ્વળતા અને પ્રકાશ મળે છે છતાં તે કેમ ઘટવા પામતાં નથી ?

ઉં આપણી પૃથ્વી ઉપર જે ગરમી આવે છે તે સૂર્યની ગરમીના પ્રમાણમાં ઘણીજ ઓછી છે. આટલી થોડી ગરમીથી તેની ગરમી એકદમ ઘટતી નથી, તોપણ વિદ્વાનોની શોધ પ્રમાણે સૂર્યનું દ્રવ્ય ધીમે ધીમે સંકોચાતું જાય છે, અને એ પ્રમાણે થતું ધનીકરણ નવી ગરમી ઉત્પન્ન કરીને એ ખોટ પુરી પાડે છે. વળી આકાશમાં રહેલા કેટલાક ખરતા તારા આકર્ષણથી ખેંચાઈ તેમાં પડીને બળવા માંડે છે. એ રીતે પણ તેની કેટલીક ખોટ પુરી પડે છે. આમ છતાં પણ ઘણે કાળે સૂર્ય પણ પૃથ્વી અને ચંદ્રની માફક ઠંડો પડી જાય એ સંભવિત છે, પણ એ કામ એટલું બધું મોટું છે કે સૂર્ય કદાચિ ઠંડો પડવાનો નથી એમ કહીએ તો ચાલી શકે.

પ્ર૦ સૂર્યનું કદ અને વજન પૃથ્વી સાથે સરખાવો.

ઉં તે આપણી પૃથ્વીથી તેર લાખ ગણો મોટો છે, પણ તે ઘણો દૂર (૯ કરોડ ૩૦ લાખ માઇલ) હોવાથી નાનો દેખાય છે. પૃથ્વીના પરમાણુ જેટલાં તેનાં પરમાણુ ધટ્ટ નથી, કેમકે તેમાં રહેલાકર્ષણ બળ પૃથ્વીથી ચોથા ભાગનું છે. તેથી પૃથ્વીથી (૧૩ લાખ ÷ ૪) સવા ત્રણ લાખ ગણો ભારે છે. એટલે પૃથ્વી જેટલુંજ સૂર્યનું દ્રવ્ય વજનમાં ચોથા ભાગનું થાય છે.

પ્ર૦ દૂરબીનમાંથી જણાતા સૂર્યના દેખાવનું વર્ણન કરો.

ઉં નરી આંખે જોતાં સૂર્યનું પૃષ્ઠ ચપટું જણાય છે, પણ દૂરબીનમાંથી જોતાં ગોળ દેખાય છે. આંખને ધ્વજ ન થાય માટે તેની નિરીક્ષા કરતી વખતે દૂરબીનમાં કાળો કાચ જોડવવાની અથવા બીજી કોઈ સાવચેતી રાખવાની સંભાળ લેવી. સૂર્યનો આખો ગોળો પ્રકાશિત છે, પણ તેનો અર્ધો ભાગ માત્ર આપણને દેખાય છે. સૂર્યના પૃષ્ઠ પર દૂરબીનમાંથી જોતાં ઠામઠામ કાળા ડાઘા દેખાય છે, એ ડાઘા ઉપરથી સૂર્ય સંબંધી પુષ્કળ માહિતી મળે છે.

પ્ર૦ સૂર્યના ડાઘા ઉપરથી આપણને શું જ્ઞાન મળે છે ?

ઉ૦ તે ડાઘા પશ્ચિમ ભણી ગતિ કરતા માલમ પડે છે. તેમાંના કોઈ ડાઘાને ઝોળખી રાખીને પશ્ચિમ ભણી અદૃશ્ય થતો નિહાળીશું તો આશરે બાર દિવસે પૂર્વ તરફ દેખાઈ રપ દિવસે અસલ સ્થળે આવશે. એ ઉપરથી જણાય છે કે સૂર્ય પોતાની ધરી ઉપર નિરંતર ફરે છે, અને આશરે રપ દિવસમાં એક પ્રદક્ષિણા પૂરી કરી રહે છે.

પ્ર૦ સૂર્યમાં દેખાતા ડાઘાનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ સૂર્ય ઉપર દેખાતા ડાઘા એ સૂર્યના તેજોમય પૃથ્થમાં વાયુઓથી ભરેલાં બાકાં છે. આ વાયુઓ નીચેથી પ્રકાશને બહાર નીકળી જવા દેતા નથી, પણ તેનું શોષણ કરે છે. એમાંના કેટલાક ડાઘા લાખો માઇલના વિસ્તારવાળા છે. તેઓ હમેશાં બદલાયા કરે છે. એકનો એક ડાઘો અમુક વખતે દેખાયા પછી અદૃશ્ય થાય છે, એવું જોવામાં આવ્યું છે કે દર ૧૧૬ વર્ષે તેમની સંખ્યા વધારેમાં વધારે હોય છે.

પ્ર૦ સૂર્ય ઉપરનાં આવરણો મળાવો.

ઉ૦ (૧) તેજવરણ, (૨) રંગાવરણ અને (૩) મુકુટાવરણ.

પ્ર૦ તેજવરણનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ સૂર્યના વચલા ધટ ભાગને તેજવરણ કહે છે. આ આવરણ 'સોલ્ડ', નીકલ, રત્ન, સોનું, ઇત્યાદિ કેટલીક ધાતુઓની વરાળ અને વાયુઓનું બનેલું છે. સૂર્યમાંની કેટલીક વરાળ શાની બનેલી છે તે અઘાપિ જાણવામાં આવ્યું નથી.

પ્ર૦ રંગાવરણ વિષે શું જાણો છો ?

ઉ૦ આ આવરણ તેજવરણની ઉપર હોઈ તેમાં યદ્ય પ્રકાશ આવે છે, તે સૂર્યની આસપાસ હજારો માઇલ લાંબું પ્રસરેલું હોઈ હલકી વરાળનું બનેલું છે.

પ્ર૦ મુકટાવરણુ વિષે શું જાણો છો ?

ઉ૦ રંગાવરણુની આસપાસ લાખો માધ્યમતા વિસ્તારમાં પ્રસરેલું છે, પરંતુ તે શાનું બન્યું છે તે અઘાપિ જાણવામાં આવ્યું નથી.

પ્ર૦ આ આવરણોનો ઉપયોગ કહો.

ઉ૦ જો આ આવરણો ન હોત તો પૃથ્વી પર હાલ પડે છે તેથી બમણો તાપ પડત.

પ્ર૦ એ આવરણો ક્યારે જોધ શકાય છે ?

ઉ૦ જેમ દિવસે સૂર્યના પ્રકાશને લીધે તારા દેખાતા નથી તેમ આવરણો જોધ શકાતાં નથી, તથાપિ સૂર્યનું ખગોલ ગ્રહણ થાય છે ત્યારે રંગાવરણુ અને મુકટાવરણુ જોધ શકાય છે. આંખે ઝાંઝવા ન વળે તેટલા માટે સવારમાં તેની સામું જોધએ તો વચ્ચે પ્રકાશિત તેજવરણુનો ગોળો દૃષ્ટિએ પડે છે.

પ્ર૦ આવરણો ઉપરાંત સૂર્યમાં જે ચળકતા ઢેકા દેખાય છે તેનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ એ ઢેકાઓ સૂર્યમાંથી નીકળતા પ્રકાશિત વાયુના સમૂહો હોય કોઈ વાર તેઓ તેજવરણુથી દૂર લાખો માધ્યમ લગી લાંબા જાય છે. તેઓમાં હમેશાં ફરફાર થાય છે, અને તેમની ગતિ કોઈવાર એક સેકન્ડે દોઢસો માધ્યમ હોય છે.

પ્ર૦ સૂર્ય ઉપર તોરાનો શાથી દેખાય છે ?

ઉ૦ સૂર્યનું વાયુરૂપી દ્રવ્ય અતિશય ગરમ હોવાને લીધે તેમાં તોરાનો થાય છે, અને તેને લીધે તેના પૃષ્ઠ ઉપર નિરંતર બારે ક-ચક્રપાચક્ર થયા કરે છે.

પ્ર૦ સૂર્યની મહત્તા સમજાવો.

ઉ૦ સૃષ્ટિની સઘળી વસ્તુતા અને પ્રકાશનું મૂળ અને બંડાર

સૂર્ય છે. સૂર્ય વડેજ પૃથ્વી ઉપર રાત્રિદિવસ, ઋતુભેદ વરસાદ વગેરે સઘળા ફેરફારો થાય છે. પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિનાં જીવન તેના વડેજ ટકી રહ્યાં છે. તેથી તેજ સૃષ્ટિનો આધાર છે. વળી સૂર્યમાંથી પૃથ્વી વગેરે સર્વ ગ્રહો, ઉપગ્રહો ઉદ્ભવ્યા છે, માટે તેજ સૃષ્ટિનું આદિકારણ છે એમ કહેવાય છે. આજ કારણથી પ્રાચીન આર્યઋષિ મુનિઓએ સર્વ દૈવી શક્તિઓમાં તેની અપાર શક્તિ માનીને તેની સર્વ સ્થળે સ્તુતિ કરી છે. સકળ શાસ્ત્રના સારરૂપ શ્રીમદ્ ભગવત ગીતા ગણાય છે, અને તેના તત્વરૂપ ગાયત્રીમંત્ર છે, તેમાં પણ સૂર્યનીજ સ્તુતિ કરેલી છે.

૨૨. ચંદ્ર.

પ્ર૦ ચંદ્ર એ શું છે ?

ઉ૦ એ એક આકાશી પદાર્થ છે, અને પૃથ્વીનો ઉપગ્રહ છે.

પ્ર૦ ઉપગ્રહનું લક્ષણ શું ?

ઉ૦ ઉપગ્રહો મુખ્ય ગ્રહની આસપાસ અમુક કક્ષામાં નિયમિત ગતિ કરે છે અને તેઓ સૂર્યના તેજથી પ્રકાશે છે.

પ્ર૦ ચંદ્રની ગતિ કેટલી છે ?

ઉ૦ ચંદ્ર પૃથ્વીની આસપાસ $૨૯\frac{૧}{૨}$ દિવસમાં એક આંટો ફરી રહે છે. આથી ચંદ્રમાસનો કાળ $૨૯\frac{૧}{૨}$ દિવસનો છે.

પ્ર૦ ચંદ્રની કળા દેખાવાનું કારણ શું ?

ઉ૦ ચંદ્ર પોતાની ધરી ઉપર તેમજ પૃથ્વીની આસપાસ સરખી વખતમાં ફરી રહે છે તેથી તેનો એકજ ભાગ હંમેશા પૃથ્વી ઉપરથી જોઇ શકાય છે. હવે તે સૂર્યના તેજથી પ્રકાશે છે, તેથી મુદ્દના પખવાડીઆમાં તે ધીમે ધીમે વધારે વધારે દેખાતો જઇ પૂર્ણિમાને દિવસે.

આખો દેખાય છે, અને વદના પખવાડીઆમાં ઘટતો જઈ અમાસને દિવસે બિવકુલ દેખાતો નથી. અર્થાત્ સુદમાં તેની કળા વધે છે, અને વદમાં ઘટી જાય છે.

પ્ર૦ સૂર્ય ગ્રહણ એટલે શું ? અને તે શાથી થાય છે ?

ઉ૦ સૂર્ય અને પૃથ્વીની વચ્ચે ચંદ્રનો અપારદર્શક ગોળો આવવાથી પૃથ્વી ઉપરથી સૂર્ય જોઈ શકાતો નથી. પરંતુ ચંદ્ર નાનો હોવાને લીધે સૂર્યનો અમુક ભાગ ઘેરાય છે. બરાબર વચમાં આવી જાય છે ત્યારે સૂર્ય કંકણ આકારે દેખાય છે. આમ સૂર્ય દેખાતો બંધ થાય છે ત્યારે તેનું ગ્રહણ થયું એમ કહેવાય છે. આ સ્થિતિ અમાસને દિવસે આવે છે, માટે સૂર્ય ગ્રહણ અમાસને દિવસે જ થાય છે.

પ્ર૦ ચંદ્ર ગ્રહણ એટલે શું ? અને તે શાથી થાય છે ?

ઉ૦ ચંદ્ર અને સૂર્યની વચ્ચે પૃથ્વી આવે છે ત્યારે સૂર્યનો પ્રકાશ ચંદ્ર ઉપર જતાં રોકાય છે, તેથી પૃથ્વી ઉપરથી ચંદ્ર જોઈ શકાતો નથી. તેને ચંદ્રગ્રહણ કહે છે. ચંદ્રગ્રહણ પુનમે જ થાય છે કારણ કે તે દિવસે સૂર્ય અને ચંદ્રની વચ્ચે પૃથ્વી આવે છે.

પ્ર૦ દરેક પુનમે ચંદ્ર ગ્રહણ અને દરેક અમાસે સૂર્ય ગ્રહણ થતાં નથી તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ દરેક પુનમે કે દરેક અમાસે ચંદ્ર, પૃથ્વી અને સૂર્ય એક સીધી લીટીથી આવતાં નથી. કારણ કે દરેકની કક્ષા જુદી જુદી હોય છે. ચંદ્ર પાંચ અંશ ઉંચો અથવા નીચો રહી જાય છે તેથી ગ્રહણ થતાં નથી.

પ્ર૦ ચંદ્રનાં કદ, વજન અને અંતર કહો.

ઉ૦ પૃથ્વીથી તે બે લાખ, ચાળીસ હજાર માઇલ દુર છે. તેનું વજન પૃથ્વીના ૮૧ મા ભાગનું છે, અને પૃથ્વીના $\frac{1}{81}$ મા ભાગ જેટલું તેનું કદ છે. પૃથ્વી ઉપર જેટલું આકર્ષણ થાય છે તેના પાંચાંશ

જેટલું આકર્ષણ ચંદ્ર ઉપર થાય છે, તેથી પૃથ્વી ઉપર જેનું વજન છ શેર થાય તેનું વજન ચંદ્ર ઉપર માત્ર એક શેર થાય.

પ્ર૦ દરખીન વડે જોવાથી ચંદ્રનું કયું કયું અવલોકન થઇ શક્યું છે ?

ઉ૦ નરી આંખે જોવાથી તેના પૃષ્ઠ ઉપર જે ડાઘા જણાય છે તે દરખીન વડે જોતાં પર્વતો છે એમ સાબીત થયું છે. તેમાંના કેટલાક તો લગભગ બે મૈલ જેટલા ઊંચા છે. પહેલા તેને વિદ્વાનો સુકાઇ ગએલાં સમુદ્રના તળીયાં માનતા હતા. વિદ્વાનોના અનુમાન પ્રમાણે ચંદ્ર ઉપર વાદળો કે વાતાવરણ કંઈ નથી. અને તે ઉપરથી એમ પણ સાબીત થાય છે કે તેના પૃષ્ઠ ઉપર પાણી, વનસ્પતિ કે કોઇ પ્રાણી ન હોતાં ઉજડ ગોળો છે.

પ્ર૦ ચંદ્ર દરરોજ બપોળે ધડી મોડો ઉગે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ પૃથ્વીની ગતિ ચંદ્ર કરતાં વધારે છે તેથી ચંદ્ર દરરોજ થોડો થોડો પાછળ પડતો જાય છે. એ પાછળ પડવાનું અંતર એક અંશ જેટલું હોય છે, અને ચંદ્રને એક અંશ અંતર ચાલવાને લગભગ ૫૪ મિનિટ વખત લાગે છે. માટેજ ચંદ્ર સૂર્યના સંબંધમાં પોતાને અસલ સ્થળે બે ધડી મોડો આવી શકે છે. એમ કરતાં પંદર દિવસમાં ત્રીસ ધડી મોડો ઉગે છે એટલે રાત્રિએ બીલકુલ ઉગતોજ નથી.

પ્ર૦ વદ ત્રીજની રાત્રિએ ચંદ્ર ક્યારે ઉગશે ?

ઉ૦ પુર્ણિમાના દિવસે સૂર્યનો અસ્ત થતાંજ ઉગે છે, અને વદમાં દરરોજ બપોળે ધડી મોડો ઉગે એટલે ત્રીજને દિવસે છ ધડી રાત્રિ ગયા પછી ચંદ્રનો ઉદય થશે.

પ્ર૦ સુદ સાતમની રાત્રિએ ચંદ્રનો ઉદય ક્યારે થશે ?

ઉ૦ અમાવાસ્યાને દિવસ સૂર્યના ઉદય સાથેજ ચંદ્રનો ઉદય થાય.

અને સૂર્યના અસ્ત સાથેજ ચંદ્રનો અસ્ત થાય છે. વદ પડવાને દિવસે સૂર્યોદય પછી બે ઘડીએ ચંદ્ર ઉગે એટલે રાત્રિએ બે ઘડીજ માત્ર રહીને આયમી ન્નય. એજ પ્રમાણે સાતમને દિવસે સૂર્યોદય પછી ૧૪ ઘડીએ ઉગે માટે રાત્રિએ પ્રથમની ૧૪ ઘડી તેનું અજવાળું મળી શકે.

પ્ર૦ એક રાત્રિએ બે વાગે ચંદ્ર અસ્ત પામ્યો ત્યારે તે દિવસે કય તિથિ હશે ? (સાધારણ રીતે છ વાગે સૂર્યાસ્ત ગણવો.)

ઉ૦ રાત્રિના પહેલા ભાગમાં અજવાળું રહ્યું માટે સુદનું પખવાડીયું હશે. અજવાળું પહેલા આઠ કલાક એટલે ૨૦ ઘડી રહ્યું છે માટે સુદ ૧૦ હોવી જોઈએ.

૨૩. અંદરના ગ્રહો-બુધ અને શુક્ર.

પ્ર૦ સૂર્યમાળા કોને કહે છે ?

ઉ૦ સૂર્ય અને તેની આસપાસ ફરનારા આકાશી પદાર્થોને.

પ્ર૦ કયા કયા આકાશી પદાર્થો સૂર્યની આસપાસ ફરે છે ?

ઉ૦ ગ્રહો (ઉપગ્રહો સાથે), ધુમકેતુ અથવા પુંછડીઆ તારા અને ખરતા તારા.

પ્ર૦ ગ્રહ કોને કહે છે ?

ઉ૦ પૃથ્વીની પેઠે સૂર્યની આસપાસ ફરનારા કેટલાક ગોળાં છે તેમને ગ્રહ કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ ગ્રહો કયા કયા છે ?

ઉ૦ બુધ, શુક્ર, પૃથ્વી, મંગળ, ગુરુ, શનિ, યુરેનસ અને નેપ્ચ્યુન.

પ્ર૦ ઉપગ્રહ એટલે શું ?

ઉ૦ જે ગ્રહ મુખ્ય ગ્રહની આસપાસ ફરે છે તે. ચંદ્ર પૃથ્વીની

આસપાસ ફરે છે માટે ચંદ્ર એ પૃથ્વીનો ઉપગ્રહ કહેવાય. એના ઉપગ્રહો, બીજા કેટલાક ગ્રહોને પણ છે.

પ્ર૦ તારા કોને કહેવાય ?

ઉ૦ અંધારી રાતે આકાશ તરફ દૃષ્ટિ કરતાં અસંખ્ય ચાંદરણાં જણાય છે તેમને તારા કહે છે. તારાઓ એ સૂર્યો છે, અને આપણા સૂર્યને જેવું આજુબાજુ ફરનારું મંડળ છે તેવું એ દરેકને છે.

પ્ર૦ ગ્રહ અને તારામાં ફેર શો ?

ઉ૦ ગ્રહોનું તેજ સ્થિર હોય છે, અને તારાઓનું તેજ હલનું હોય છે. આ બેદને લીધે તેઓ સહેલાઈથી ઝોળખાઈ આવે છે. વળી ગ્રહો પોતાનાં સ્થળ બદલે છે, અને તારાઓ આજુબાજુના તારાઓના સંબંધમાં પોતાના સ્થળ બદલતા નથી.

પ્ર૦ તમામ ગ્રહોની કઈ કઈ ગતિ હોય છે ?

ઉ૦ પોતાની ધરી ઉપર ફરવાની અથવા દૈનિક ગતિ અને સૂર્યની આસપાસ ફરવાની અથવા વાર્ષિક ગતિ એવી બે પ્રકારની ગતિ હોય છે.

પ્ર૦ કક્ષા કોને કહે છે.

ઉ૦ ગ્રહના સૂર્યની આસપાસ ફરવાના માર્ગને કક્ષા કહે છે. ગ્રહો પોતાના આ માર્ગમાંજ નિયમિત ભ્રમણ કર્યા કરે છે.

પ્ર૦ અંદરના ગ્રહો એટલે શું ?

ઉ૦ જે ગ્રહોની કક્ષા પૃથ્વીની કક્ષાની અંદર આવી જતી હોય તેને અંદરના ગ્રહો કહેવાનાં આવે છે.

પ્ર૦ બહારના ગ્રહો એટલે શું ?

ઉ૦ જે ગ્રહોની કક્ષા પૃથ્વીની કક્ષાની બહાર આવેલી હોય તેને બહારના ગ્રહો કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ અંદરના ગ્રહો કયા ?

ઉં બુધ અને શુક્ર.

પ્રં બહારના ગ્રહો કયા ?

ઉં મંગળ, ગુરુ, શનિ, બુધ અને નેપ્ચ્યુન.

પ્રં સૂર્યની પાસેમાં પાસે કયો ગ્રહ છે ?

ઉં બુધ.

પ્રં પૃથ્વીની પાસેમાં પાસેનો ગ્રહ કયો ?

ઉં શુક્ર.

પ્રં ગ્રહોના વાર્ષિક ભ્રમણનો આધાર શાના ઉપર છે ?

ઉં જેમ સૂર્યથી અંતર વધારે તેમ તેના વાર્ષિક ભ્રમણનો કાળ પણ વધારે.

પ્રં બુધ અને શુક્રના વાર્ષિક ભ્રમણનો કાળ કેટલો છે ?

ઉં બુધ ૮૬ દિવસમાં (કોષ્ઠક મતે ૮૮ દિવસમાં) અને શુક્ર ૨૨૪ દિવસમાં (કોષ્ઠક મતે ૨૨૫ દિવસમાં) સૂર્યની આસપાસ ફરી રહે છે.

પ્રં ગરમી અને પ્રકાશનું પ્રમાણ બુધ તથા શુક્ર ઉપર પૃથ્વીને મુકાબલે કેટલું હશે ?

ઉં પૃથ્વી કરતાં ગરમી અને પ્રકાશ બુધ ઉપર સાતમણાં અને શુક્ર ઉપર બમણાં પડે છે.

પ્રં બુધ અને શુક્ર કયારે જોઈ શકાય છે ?

ઉં બંને ગ્રહો સૂર્યોદય પહેલાં થોડા વખત અને સૂર્યાસ્ત પછી થોડો વખત ક્ષિતિજ પાસે દેખાય છે. બુધ વધારેમાં વધારે દરેક વખતે ૧ કલાક અને શુક્ર ૩ કલાક દેખાય છે. જે દેશમાં ઝળઝળું વધારે વખત રહે છે તે દેશમાં બુધ જોઈ શકાતો નથી. કોપર્નિકસ નામે ખગોળવેત્તા પોતાની આખી જિંદગીમાં બુધ ગ્રહ જોઈ શક્યો નહોતો.

પ્ર૦ બુધ અને શુક્રના સૂર્યથી અંતર કેટકેટલાં છે ?

ઉ૦ બુધ ૩ કરોડ ૫૦ લાખ અને શુક્ર ૬ કરોડ ૭૫ લાખ મેલને અંતરે છે.

પ્ર૦ બુધના દેખાવનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ ચંદ્રની પેઠે એની કળા બદલાય છે. પણ અતિશય નાનો તથા ઘણો દૂર હોવાથી તે જોઈ શકાતો નથી. એ નરી આંખે ચળકતો અને પીળચટો દેખાય છે.

પ્ર૦ શુક્રના દેખાવનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ ચંદ્રની પેઠે શુક્રની કળા બદલાય છે તે દુરબીનમાંથી જોઈ શકાય છે; પણ ગ્રહની લંબગોળ કક્ષાને લીધે કોઈક વખત તે પૃથ્વીની પાસે અને કોઈ વખતે દૂર દેખાય છે. જ્યારે પાસેમાં પાસે આવે છે ત્યારે પૃથ્વીથી તેનું અંતર અઠી કરોડ માઇલ અને દૂર હોય છે ત્યારે સોળ કરોડ માઇલ હોય છે. આથી કોઈક વખત શુક્ર મોટા ગોળાના અળાયા રૂપે તો કોઈક વખતે નાના ગોળાના ખંડ રૂપે દેખાય છે. આકાશમાં સર્વ ગ્રહોમાં એ ઘણોજ પ્રકાશિત અને સુંદર છે, તેથી એને ઓળખવાની ઝાઝી મુશ્કેલી પડતી નથી. અંધારી રાતે પણ એનું તેજ આવે છે. એકલો એજ ગ્રહ અમુક હદ લગી સૂર્યના તેજની અવગણના કરી કોઈ કોઈ વાર દિવસે પણ દેખાય છે.

બુધની પેઠે એ ગ્રહ પણ કોઈ કોઈ વાર સંધ્યાકાળે પશ્ચિમમાં અને પ્રાતઃકાળે પૂર્વમાં દેખાય છે. ગામડાના લોકો એને “ઠંગલીઉ” નામથી ઓળખે છે.

પ્ર૦ શુક્રના પૃષ્ઠ ઉપરનું તથા વાતાવરણનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ સર્વ ગ્રહોમાં શુક્ર પૃથ્વીને ઘણી વાતે મળતો આવે છે. પૃથ્વીની માફક તેની આસપાસ વાતાવરણ વીંટાએલું છે; પરંતુ તેમાં નિરંતર

ઐટલાં બધાં વાદળાં હોય છે કે તેમાંથી જોઈ શકાતું નથી. ચંદ્રની દુરબીનમાંથી તેના પૃષ્ઠ ઉપર પર્વતો દેખાય છે.

આપણી પૃથ્વીના જોવો શુક્રપર ઋતુભેદ થાય છે, પરંતુ પૃથ્વીની ધરી કક્ષા સાથે ૬૬ $\frac{1}{2}$ અંશનો ખૂણો કરે છે અને શુક્રની ધરી એથી મોટો ખૂણો કરે છે તેથી એ ભેદ વધારે ચમત્કારી હોવો જોઈએ.

પ્ર૦ કયા ગ્રહો નરી આંખે જોઈ શકાતા નથી ?

ઉ૦ યૂરેનસ અને નેપ્ચ્યુન ઘણા દુર હોવાથી નરી આંખે જોઈ શકાતા નથી.

પ્ર૦ આપણા જ્યોતિઃશાસ્ત્રીઓ કયા કયા ગ્રહ ગણે છે ?

ઉ૦ બુધ, શુક્ર, રવિ, ચંદ્ર, મંગળ, બૃહસ્પતિ, શનિ, રાહુ અને કેતુ એ નવ ગ્રહો ગણે છે.

પુરવણી.

પ્ર૦ દ્રવ્યનું મોટું લક્ષણ કયું ?

ઉ૦ ભાર કે વજન એ તેનું મુખ્ય લક્ષણ છે.

પ્ર૦ અવકાશ ઐટલે શું ?

ઉ૦ ખાલી જગા.

પ્ર૦ આ ચોપડીમાં આપેલા વિદ્યાના પાઠો સંબંધી વિશેષ માહિતી મેળવવી હોય તો કયા પુસ્તકો ઉપરથી મળી શકે ?

ઉ૦ ૭૬ થી ૯૪ સુધીના પાઠો પદાર્થવિજ્ઞાનમાંથી, ૯૫ મો પાઠ શરીરશાસ્ત્રમાંથી અને ૯૬, ૯૭ અને ૯૮ મો પાઠ ખગોળમાંથી લીધેલા છે. માટે એ પુસ્તકોમાંથી વિશેષ હકીકત મળી શકે.

પ્ર૦ હવા કરતાં પાણીમાં અવાજની ગતિ આઠ ગણી અને પાણી કરતાં લાકડામાં સોળ ગણી હોય છે—એમ હોવાનું કારણ શું ?

ઉં પદાર્થની રજકણો જેમ પાસે પાસે હોય તેમ ધ્રુવરાની અસર ઝટ આગળ વધે માટે નક્કર પદાર્થમાં વધારે વેગથી અવાજ ગતિ કરે છે.

પ્ર૦ પૃથ્વીના પૃષ્ઠથી તેનું મધ્યબિંદુ કેટલું દૂર હશે ?

ઉં શુમારે ૪૦૦૦ મૈલ.

પ્ર૦ ખોરાક ખરાબર નહિ ચાવવાથી શું તુકશાન છે ?

ઉં પાચનક્રિયાનો આરંભ મોંઢામાંજ થાય છે. મોંઢામાં નીચલાં જડખાંની દાઢના મૂળ પાસે બે ગાંઠો હોય છે. તેમાં થુંક રૂપે એક જાતનો પ્રવાહી ખોરાકમાં મળે છે. ખોરાક ખરાબર ચવાય તો તે રસ વધારે મળે, અને ખોરાકમાંના પેજવાળા પદાર્થમાંથી સર્કરાતત્ત્વ છુટું પાડી તેને પચાવવામાં મદદ કરે છે. જો કોળીઓ ખરાબર ન ચવાય તો એ પેજવાળા પદાર્થને પચવવાનું કામ જઠરને કરવું પડે છે, તેથી જઠરને વધારે શ્રમ પડે છે.

પ્ર૦ ખોરાકમાં રહેલાં તત્ત્વ પ્રમાણે તેના વર્ગ પાડો.

ઉં ૧. નાઈટ્રોજનવાળા—દ્વિલ્લ ધાન્ય, ચણા, વટાણા, વાલ, મગ, વગેરે. એ માંસ વધારે છે.

૨. લોટવાળા કે પેજવાળા—એક દળીયાં અનાજ, ઘઉં, ખાજરી, મકાઈ વિગેરે. એ ગરમી ઉત્પન્ન કરે છે.

૩. તૈલી—તેલ, ઘી, ચરબી વગેરે. એ પણ ગરમી ઉત્પન્ન કરે છે.

૪. ક્ષારવાળા—મીઠું, ચુનો, ખાર, અને શાકભાજીમાં સમા-
એલા ક્ષાર એ હાડકાંના બંધારણમાં ઉપયોગી છે.

પ્ર૦ “ખુદ અને શુક સૂર્યાસ્ત પછી થોડો વખત અને સૂર્યાદ્ય પહેલાં થોડો વખત દેખાય છે.” એ વાક્યમાં શી ખામી છે ?

ઉં “ખુદ અને શુક કોઈવાર સૂર્યાસ્ત પછી થોડો વખત અને કોઈવાર સૂર્યાદ્ય પહેલાં થોડો વખત દેખાય છે.” એમ કહેવું જોઈએ.

પ્ર૦ ઉપર જે નિયમ બતાવ્યો તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ એ બંને ગ્રહોની કક્ષા પૃથ્વીની કક્ષાની અંદર છે. તેથી તે પૃથ્વી કરતાં સૂર્યની પાસે છે. તેમાંના બુધ સૂર્યની ઘણો સમીપ છે. તેથી તે આપણી ડાબી મેર એટલે સૂર્યની જમણી મેર હોય છે. તે વારે તે સૂર્યની સાથે ફરી તેની કેડે તુરત આથમતો દેખાય છે; આપણી જમણી મેર એટલે સૂર્યની ડાબી મેર હોય છે ત્યારે તે સૂર્યની આગળ જઈ તેની પહેલાં આથમે છે અને તેથી માત્ર પ્રાતઃકાળે તે (હગગીઉં) દૃષ્ટિએ પડે છે. એ વેળા તે સૂર્યોદયની થોડીવાર પહેલાં ઉગે છે.

એજ પ્રમાણે શુક્ર પણ સૂર્યની આસપાસ ફરવામાં પોતાની કક્ષાના જે સ્થળમાં હોય છે તે સ્થળ પ્રમાણે સૂર્યાસ્ત કેડે અથવા સૂર્યોદય પહેલાં બહુધા દૃષ્ટિએ પડે છે.

પ્ર૦ એ બે ગ્રહોમાંના કયાનું અવલોકન સારી રીતે થઈ શકે છે ?

ઉ૦ શુક્રનું. કારણ કે તે સૂર્યની છેક સમીપ ન હોતાં દુર છે અને સૂર્યાસ્ત પછી બુધ કરતાં વધારે વખત રહે છે તેથી તેનું અવલોકન થઈ શકે છે.

પ્ર૦ આપણા જિજ્ઞાસામાં મૃગજળ ક્યાં અને ક્યારે જોવામાં આવે છે ?

ઉ૦ માતર તાલુકાની લીંબાસી તરફની કાળી ક્ષાર ભૂમિમાં મૃગજળનો દેખાવ ઉન્હાળાની ઋતુમાં તાપને પ્રસંગે દૃષ્ટિએ પડે છે.

પ્ર૦ દીવે વાંચતી વખતે કેવો પ્રકાશ સારો ગણાય ?

ઉ૦ ઝાંખે દીવે વાંચવું નુકસાનકારક છે; પરંતુ જે પ્રકાશ પૂરતો હોય તે લીલો પ્રકાશ આંખને લાભકારક છે.

સમાપ્ત.

સંખ્યાના.

અમારે ત્યાંથી આ રાજ્યની શાળાઓમાં આવતાં ગુરુના ઉમેશ વિગેરે તમામ પુસ્તકો તથા સ્ટેશનરી સામાન ખૂબ છે. જ્યાં જ્યાં લેનારને સાફ કમીશન આપવામાં આવશે. બહારનામના સાં પર પુરતું ધ્યાન આપવામાં આવશે.

અમારા તરફથી પ્રગટ થયેલાં પુસ્તકો.

કિંમત. રૂ. આ.

૧. ગુ. બીજા ધોરણની નોટ, (આ રાજ્યના નવા ધોરણ પ્રમાણે તમામ વિષયો સાથે) ૦—૩-
૨. ગુ. ત્રીજા ધોરણની નોટ. ૦—૫
૩. ગુ. ચોથા ધોરણની નોટ. ૦—૮--
૪. ગુ. પાંચમા ધોરણની નોટ. ૦—૧૦-૦
૫. ગુ. છઠ્ઠા " " ૦—૧૨-૦
૬. હિન્દી પ્રાથમિક તથા શિક્ષાવળી ભાગ ૧ લાના અર્થ તરજુમા સહિત. ૦—૩-૬
૭. હિન્દી શિક્ષાવળી ભાગ ૨ બના અર્થ તરજુમા સહિત ૦—૪-૦
૮. પ્રશ્નોત્તરરૂપે સૃષ્ટિજ્ઞાન ધો. ૧ હું. આવૃત્તિ ૧ લી ૦—૧-૬
૯. " " " ૨ હું. " ૩ હું ૦—૧-૦
૧૦. " " " ૩ હું. " " ૦—૨-૦
૧૧. " " " ૪ હું. " " ૦—૨-૦
૧૨. " " " ૫ હું. " " ૦—૨-૬
૧૩. " " " ૬ હું. " ૨ હું ૦—૨-૬
૧૪. " " " ૭ હું. " ૧ લી ૦—૪-૬
૧૫. પ્રશ્નોત્તરરૂપે વડોદરા રાજ્યનો સરળ ઇતિહાસ. ૦—૩-૦
૧૬. ભરતખંડનો પ્રશ્નોત્તરરૂપે સરળ ઇતિહાસ ધો. ૫ માટે ૦—૨-૦
૧૭. " " " ધો. ૬ માટે ૦—૩-૦
૧૮. પ્રશ્નોત્તરરૂપે નામરિકના ધર્મ તથા આરોગ્યવિદ્યા. ૦—૩-૦

પત્રવ્યવહાર નીચેના સિરનામે કરવો—

મણીલાલ મૂળજીભાઈ ઉપાધ્યાય.

બુકસેલર એન્ડ પબ્લીશર.

સુ. પેટલાદ-વાયા આંધ્રપ્રદેશ.

